

Leer 3D Printen bij ZB45 Makerspace Amsterdam

Welkom bij Makerspace ZB45 Amsterdam

3D Printen bij ZB45 Makerspace tijdens 'open inloop'

- Open Inloop iedere dinsdag tussen 12.00 - 21.30 uur voor informatie of rondleiding
- Leden kunnen tijdens de open inloop machines gebruiken.

Lidmaatschap

- 10,00 € per maand
- Incl. 1 uur 3D printen en 1 uur lasersnijden per maand tijdens open inloop

Verhuur van machines

- Andere dagen van de week kunnen machines gereserveerd worden
- Kosten: 3D printer 5€ per uur, Lasersnijder 30€ per uur (incl BTW)

Presentatie van de Workshop

Deze presentatie is te downloaden op:

- <http://wiki.zb45.nl>



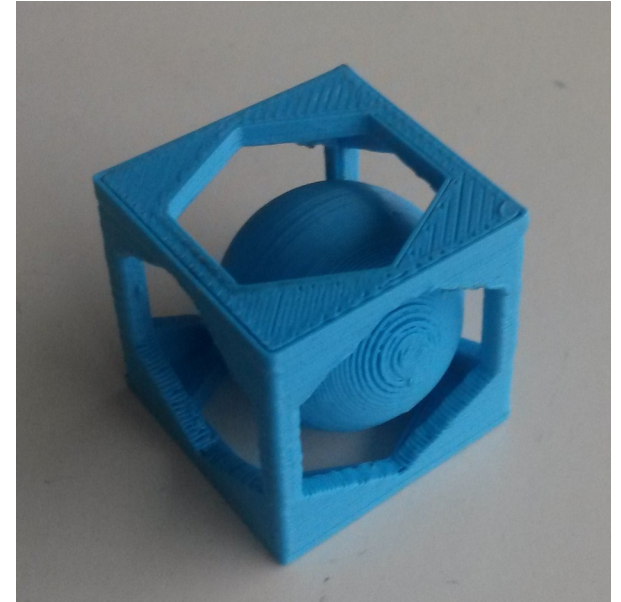
Project van Frepa (3D printed Coral Larva Skeleton - ZB45 wiki)

Docentencursus 3D Printen bij ZB45 Makerspace Amsterdam

Wat gaan we doen deze workshop?

- 3D print-technieken
- 3D tekenprogramma's
- Ontwerp-tips 3D printen
- Instellingen CURA
- Vragen

-
- Tinkercad
 - 3D printen
 - Afstellen 3D printer
 - Vragen



3D Print Technieken

Iedere productie-methode heeft zijn mogelijkheden en beperkingen.

Bedenk eerst:

- wat ga ik maken, welke eisen aan materiaal (kleur, breekbaarheid, temperatuur)
- welke vormen zijn printbaar in welke techniek
- snelheid, kosten en beschikbaarheid van de techniek
- eerst prototype maken

Verschil in hoe de vorm in laagjes wordt opgebouwd en welke materialen gebruikt worden.

Technieken:

- FDM: laagjes gesmolten materiaal (Fused Deposition Modeling)
- SLA: laagjes photosynthetische vloeistof die uithardt door belichting
- SLS: laagjes poeder (kunststof/metaal) door laser sintering gesmolten
- Inkjet: laagjes gipspoeder worden met inkt uitgehard

Op websites van **iMaterialise** en **Shapeways** staat geïllustreerde uitleg van 3D print-technieken.



3D Print Technieken

Soorten:

- FDM: laag voor laag een vloeibare draad van materiaal, die direct uithardt, voor volgende laag
 - Materiaal: plastic, chocola, klei, cement
 - Voordelen: goedkoop, in makerspace / fablab / thuis, mallen maken
 - Nadelen: support nodig bij sommige vormen, laagjes zichtbaar



Kleiprinter ([Vormvrij.nl](http://vormvrij.nl))



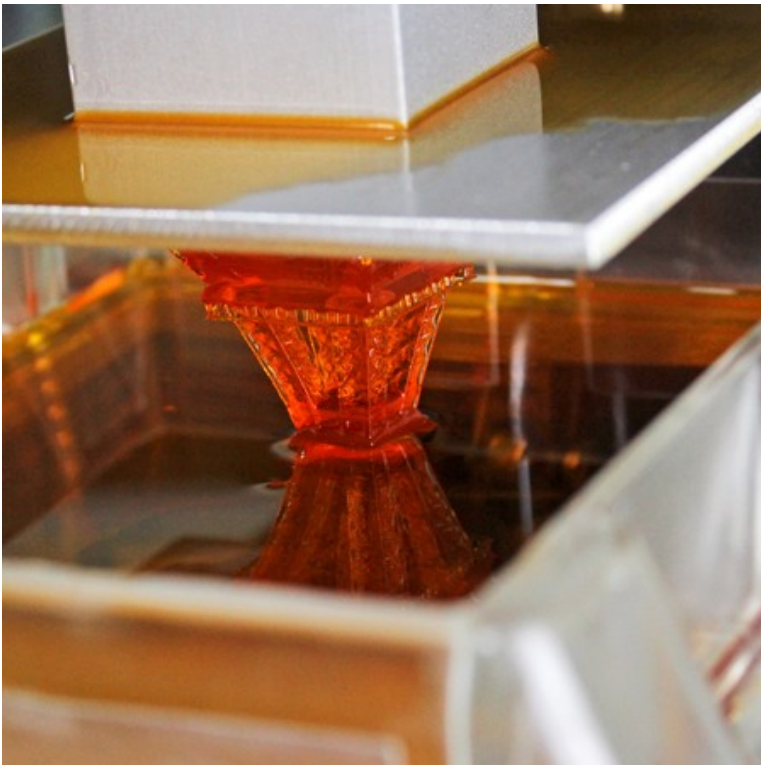
Voorbeeld support (Ultimaker.com)

Video (<https://i.materialise.com/learn/what-is-3d-printing>, filmpje 2)

3D Print Technieken

Soorten:

- **SLA: uitharding van vloeibare hars door laser of UV-rijke lichtbron (Stereolithographie)**
 - **Materiaal:** kunsthars, soms met keramisch materiaal en photopolymeer er uitgebakken
 - **Voordelen:** heel dunne laagdikte mogelijk
 - **Nadelen:** chemisch proces, niet thuis of in fablab /makerspace willen doen, duur

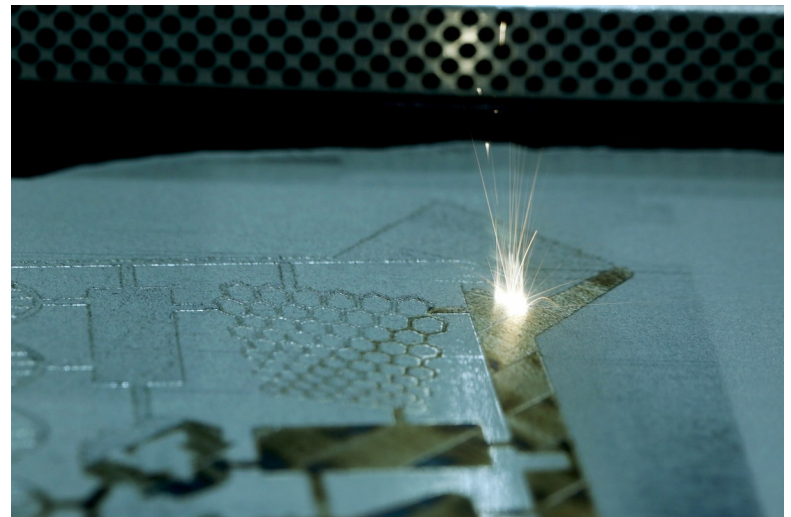


Video ([Shapeways: high-definition-acrylate](#), op 1.38 min)

3D Print Technieken

Soorten:

- SLS: laag voor laag een poeder die met laserstraal wordt gebonden op plaats van het model.
 - Materiaal: nylon, metaal (SLM: metaal wordt aaneelkaar gesmolten met laserstraal)
 - Voordelen: het poeder in de bak steunt het hele model
 - Nadelen: industrieel, duurder, soms nabewerking / afbakken nodig



Video ([Shapeways: strong-and-flexible-plastic](#), op 0.33 min)

3D Print Technieken

Soorten:

- Inkjet-achtige 3D Printing: lagen poeder die per laag binden door vloeistof op plaats van model.
 - Materiaal: gips / inkt, hars / lijm
 - Voordelen: poeder steunt het model, kleuren print, soms in fablab / makerspace
 - Nadelen: breekbaar, relatief duur, nabewerking nodig



Video ([Shapeways: full-color-sandstone](#), op 0.30 min)

PLA is geen plastic

In ZB45 Makerspace printen wij voornamelijk met **PLA** filament.

Wat is PLA?

- PLA is een thermoplastische polymeer
- gemaakt van zetmeel en melkzuur (Poly Lactic Acid)
- PLA is biologisch afbreekbaar, dus niet in de plasticbak
- Maar wel in *biologische industriële composteringssystemen*.

Het materiaal wordt dan bij hoge temperaturen en luchtvochtigheid in een periode van 45 – 60 dagen afgebroken tot melkzuur, en kan dan omgezet worden naar monomeren of polymeren. Het kan ook door micro-organismen worden afgebroken tot koolstofdioxide, water en organisch materiaal.

- Daarom gezien als goed alternatief voor voor traditionele plastics uit petroleumchemicaliën.



3D Tekenprogramma's

3D Tekenprogramma's

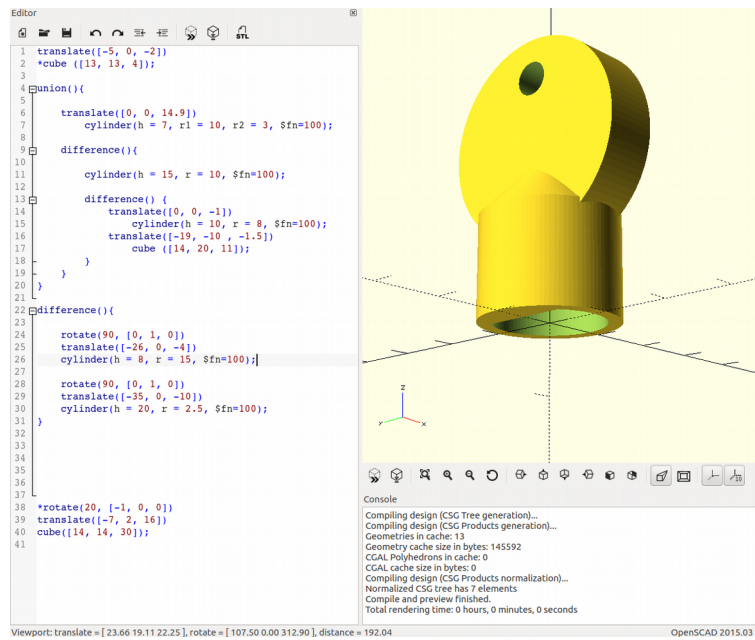
- Open source:
 - **OpenSCAD** (gebruikt voor customizer van Thingiverse) (Open Source)
 - **FreeCAD** (Open Source)
 - **Blender** (Open Source)
- Commercieel (maar gratis):
 - **TinkerCAD** (Auto Desk) (gratis, online)
 - **Fusion 360*** (Auto Desk) (gratis voor 'makers' en studenten)
- Commercieel:
 - Rhino, AutoCAD, Inventor, Solid Works

3D Ontwerpen delen, inspiratie opdoen

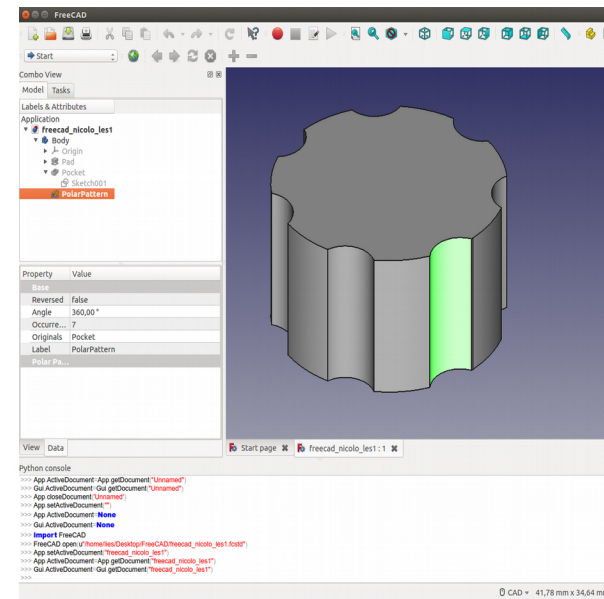
- **Thingiverse**, **Instructables**
- **Youmagine** van Ultimaker

3D Tekkenprogramma's

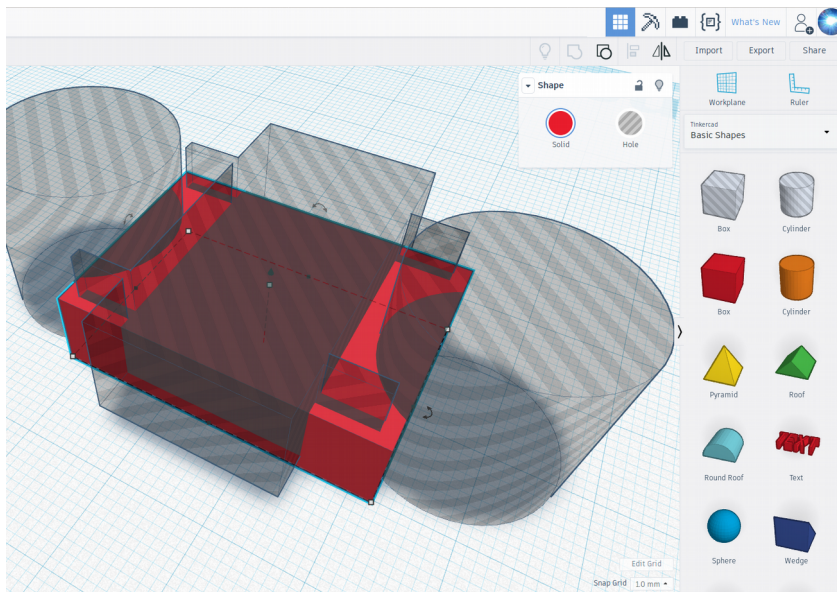
- OpenSCAD



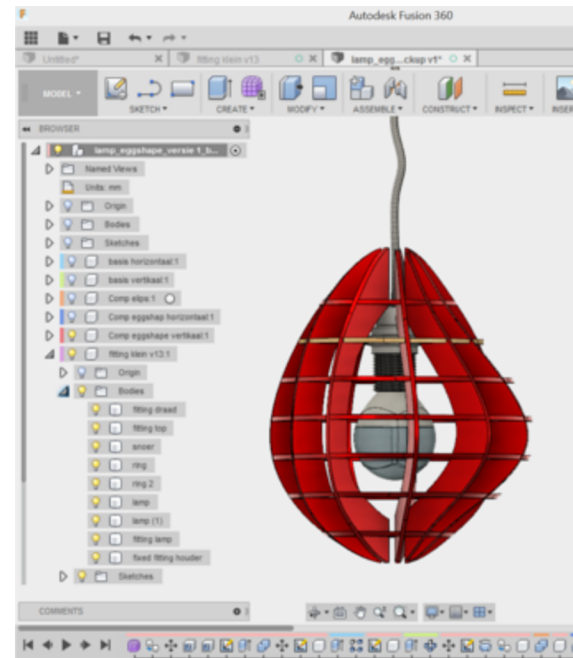
- FreeCAD



- Tinkercad



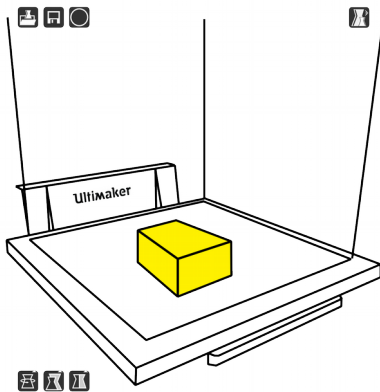
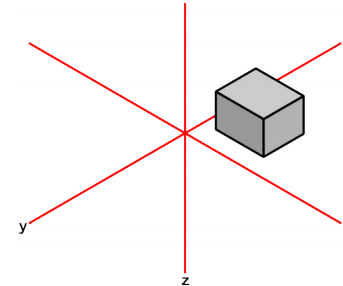
- Fusion



Van 3D ontwerp naar 3D print

Maak een 3D tekening:

- in Fusion 360, of een ander 3D tekenprogramma
- exporteer deze tekening als bestand.stl



Open in CURA:

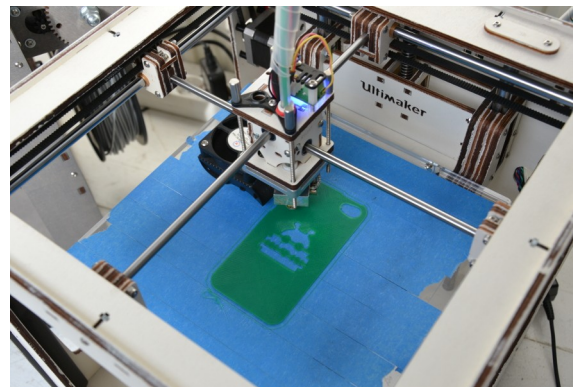
- open bestand.stl in CURA
- CURA 'sliced' het ontwerp in vele laagjes
- CURA maakt hier een g-code van

```
M109 To S220.000000
T0
;Sliced at: Mon 15-12-2014 14:50:56
;Basic settings: Layer height: 0.1 Walls: 0.8 Fill: 15
;Print time: #P_TIME#
;Filament used: #F_AMNT# #F_WGHT#
;Filament cost: #F_COST#
;M190 S70 ;uncomment to add your own bed temperature line
;M109 S220 ;uncomment to add your own temperature line
G21 ;metric values
G90 ;absolute positioning
M82 ;set extruder to absolute mode
M107 ;start with the fan off
G28 X0 Y0 ;move X/Y to min endstops
G28 Z0 ;move Z to min endstops
G1 Z15.0 F9000 ;move the platform down 15mm
G92 E0 ;zero the extruded length
G1 F200 E3 ;extrude 3mm of feed stock
G92 E0 ;zero the extruded length again
G1 F9000
;Put printing message on LCD screen
M117 Printing...

;Layer count: 118
;LAYER:0
M107
G0 F9000 X88.735 Y89.860 Z0.300
G0 X91.019 Y88.265
;TYPE:SKIRT
G1 F1200 X91.450 Y87.596 E0.01497
G1 X92.220 Y86.807 E0.03571
G1 X93.313 Y86.180 E0.05941
G1 X94.411 Y85.891 E0.08077
G1 X95.147 Y85.849 E0.09463
G1 X96.181 Y85.944 E0.11417
```

Printen op 3D printer:

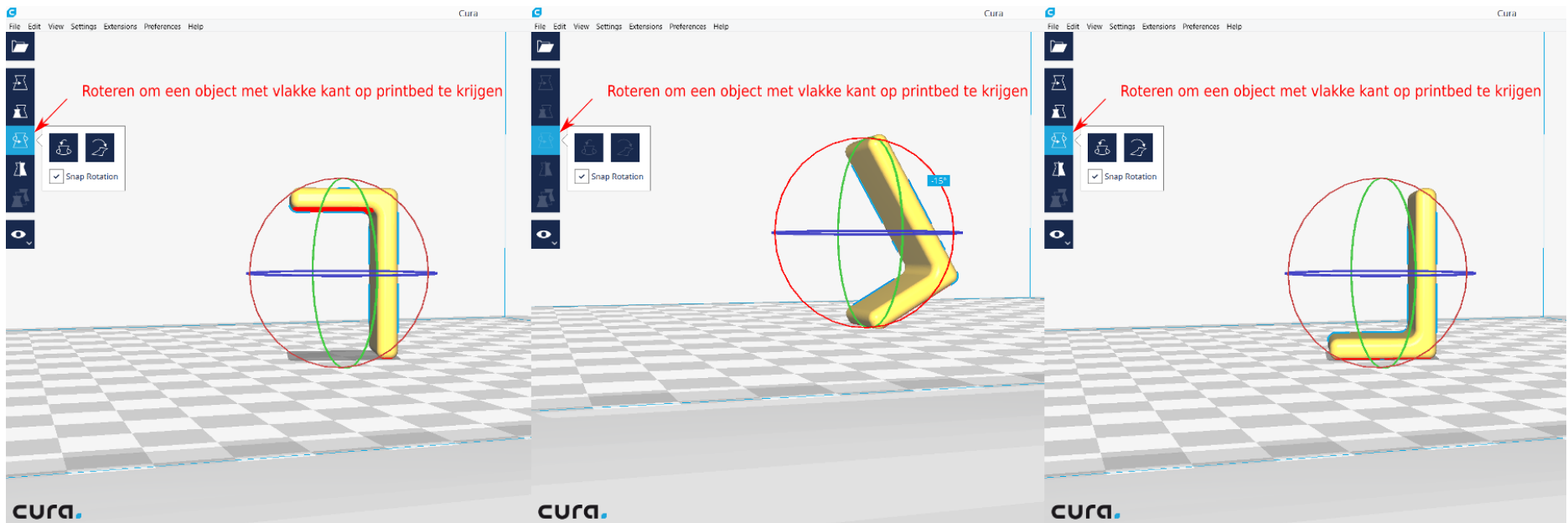
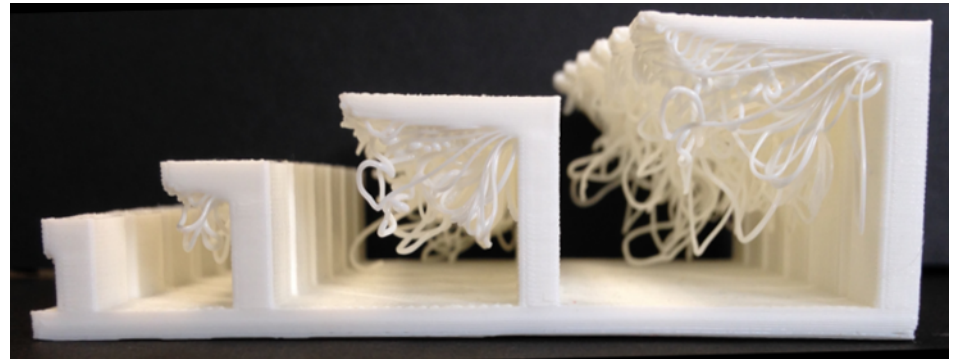
- Sd card met g-code gaat in printer
- Verwarm het PLA-plastic
- Printen object



Ontwerptips voor 3D Printen met Ultimakers (FMD-printers)

Overhang:

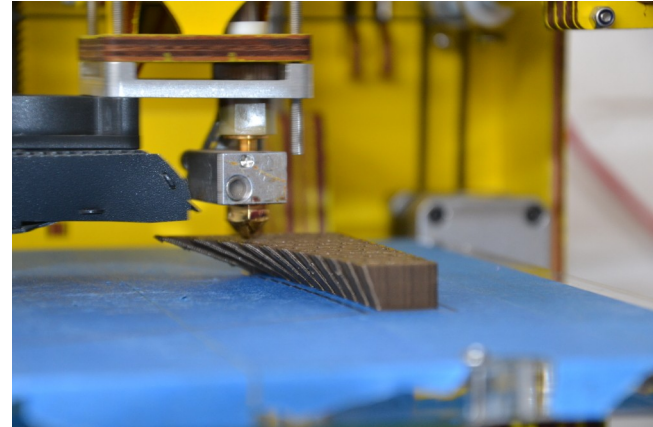
- Niet mogelijk om in de lucht te printen
- Roteer het object in CURA



Ontwerptips voor 3D Printen met Ultimakers (FMD-printers)

Schuine hoek:

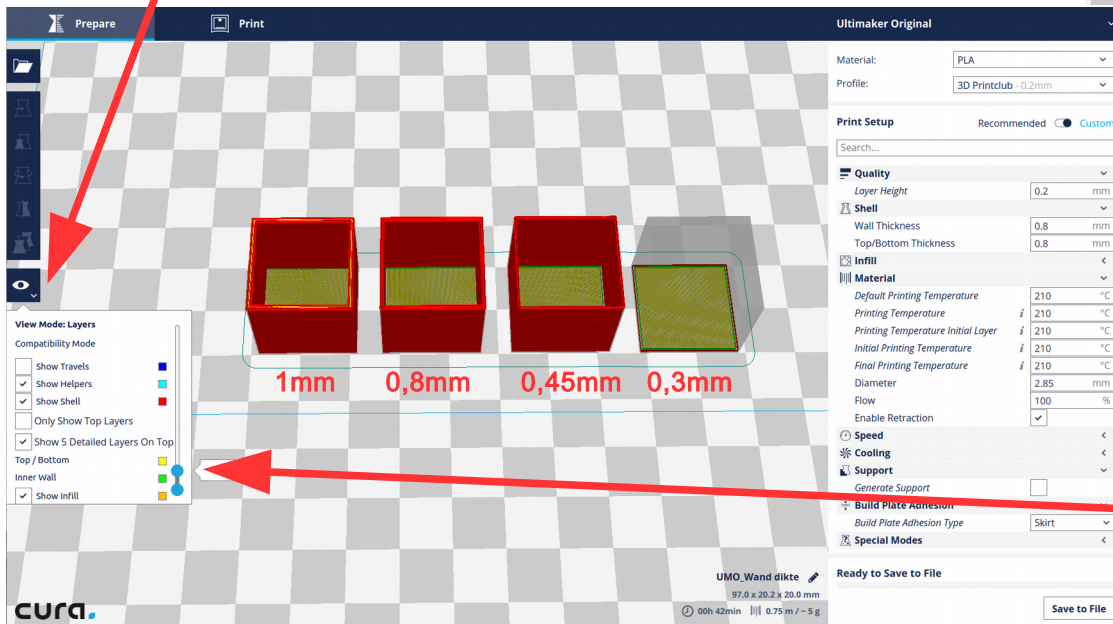
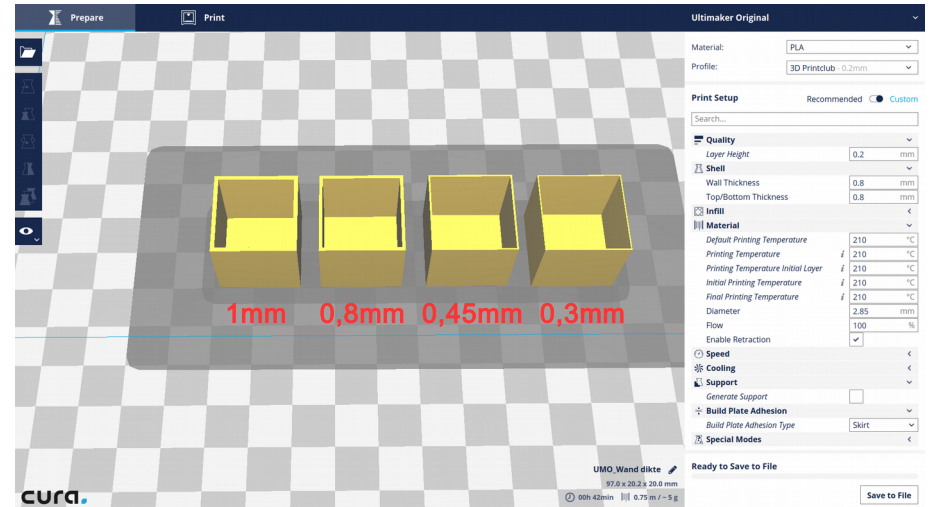
- Een schuine hoek tot ongeveer 50* graden kan geprint worden.
- Rondingen printen moeilijker, omdat de hoek uiteindelijk groter wordt dan 50* graden



Ontwerptips voor 3D Printen met Ultimakers (FMD-printers)

Minimale wanddikte:

- In CURA is de minimale wanddikte 0,4mm.
- Let op bij kleiner schalen van een object dat de wanden of verbindingen niet dunner of smaller worden dan 0,4mm.
- In de layer-modus is pas zichtbaar wat er geprint wordt.

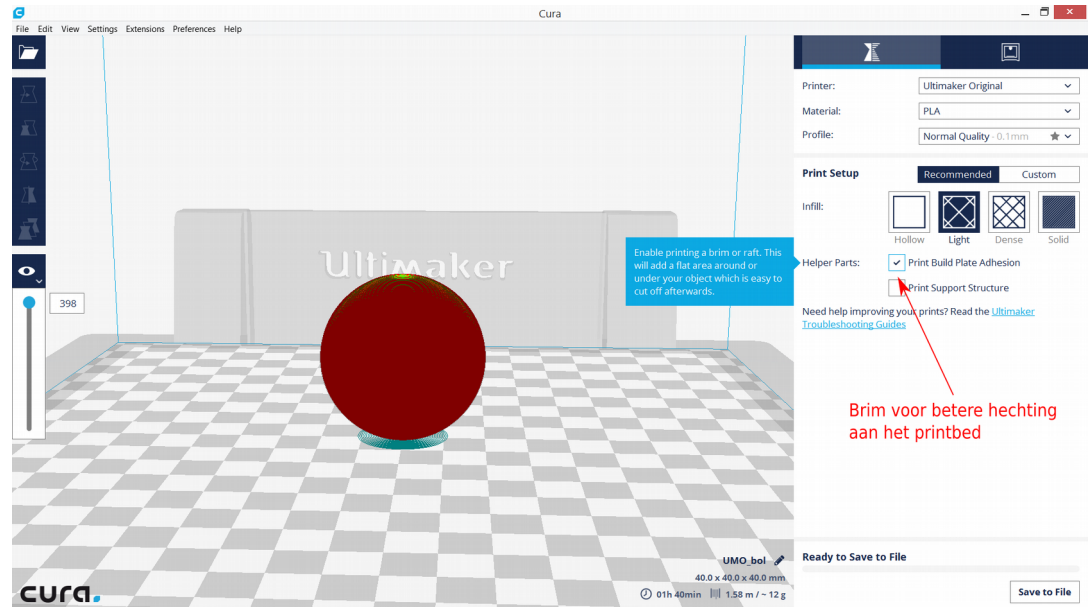
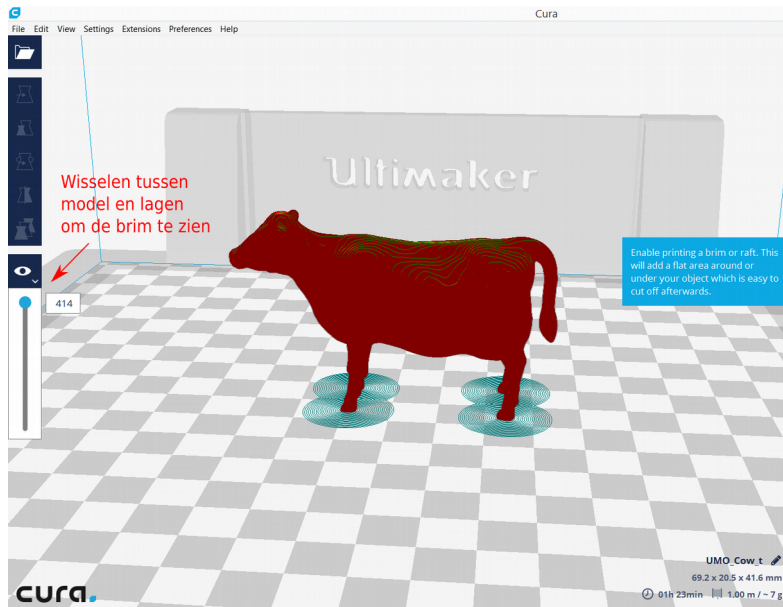
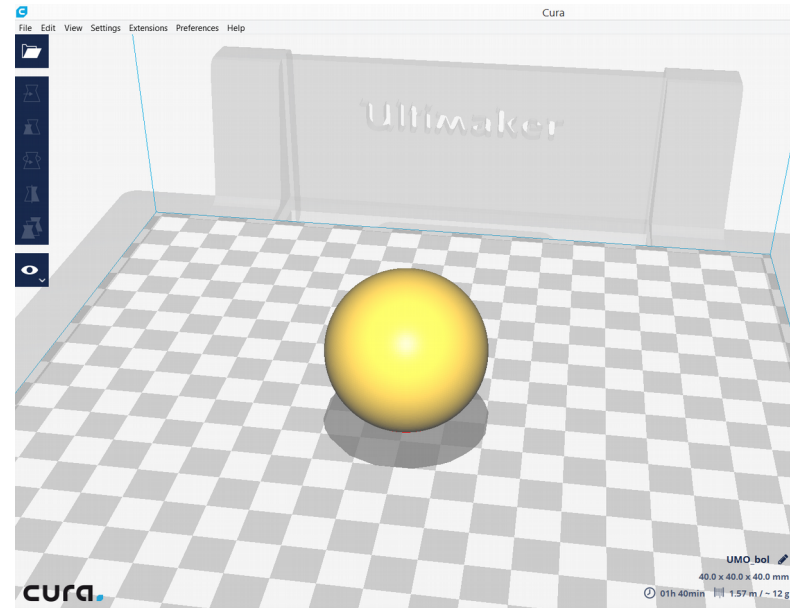


- Bekijk altijd de eerste laag in CURA

Instellingen in CURA

'Brim' voor hechting aan printvlak:

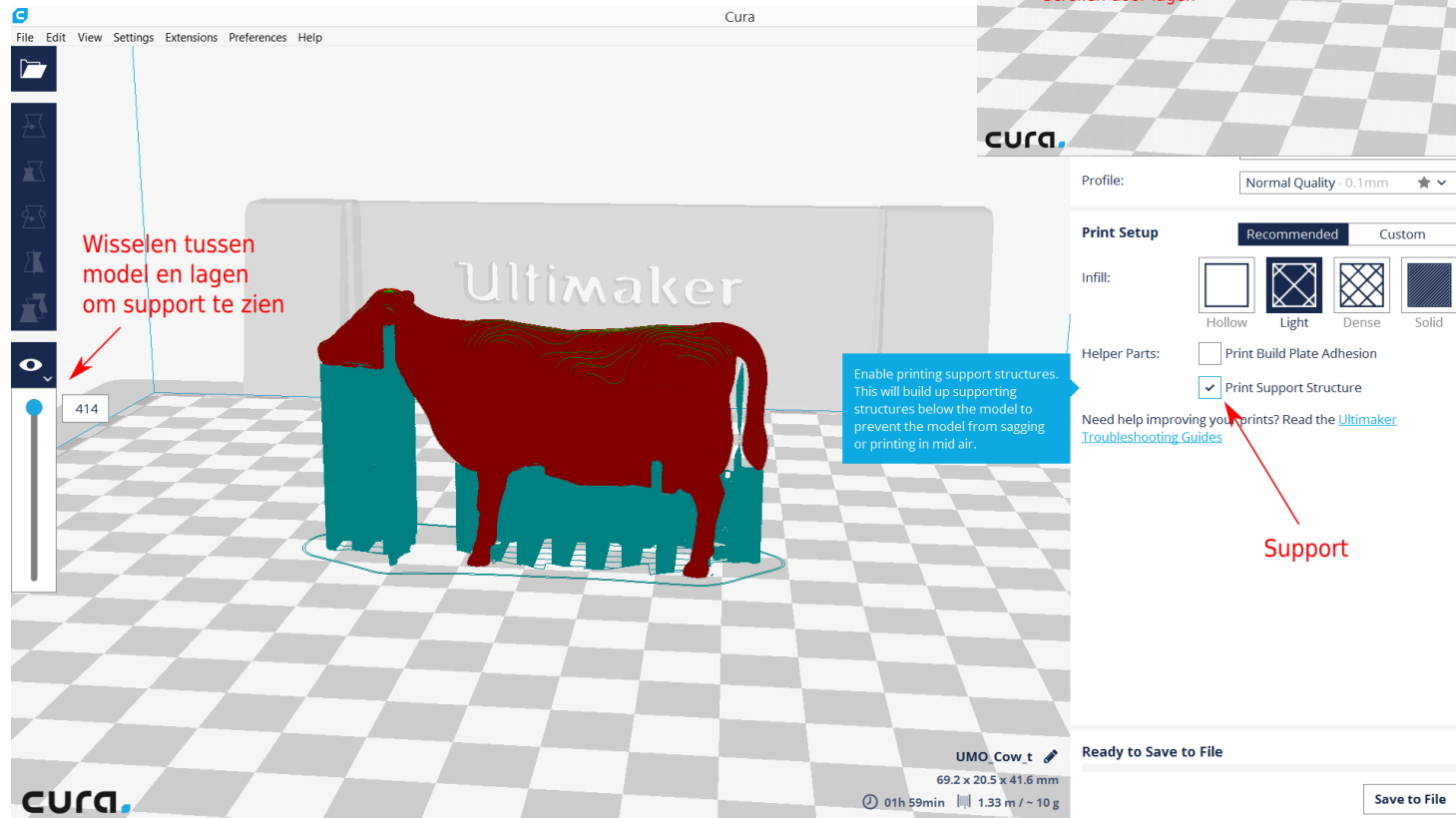
- Zorg dat het object een vlakke onderkant heeft voor voldoende printoppervlak
- Een bol rolt weg tijdens het printen
- Deze heeft een 'brim' nodig, dat betere hechting geeft aan het printvlak
- Gebruik ook een 'brim' bij weinig printoppervlak



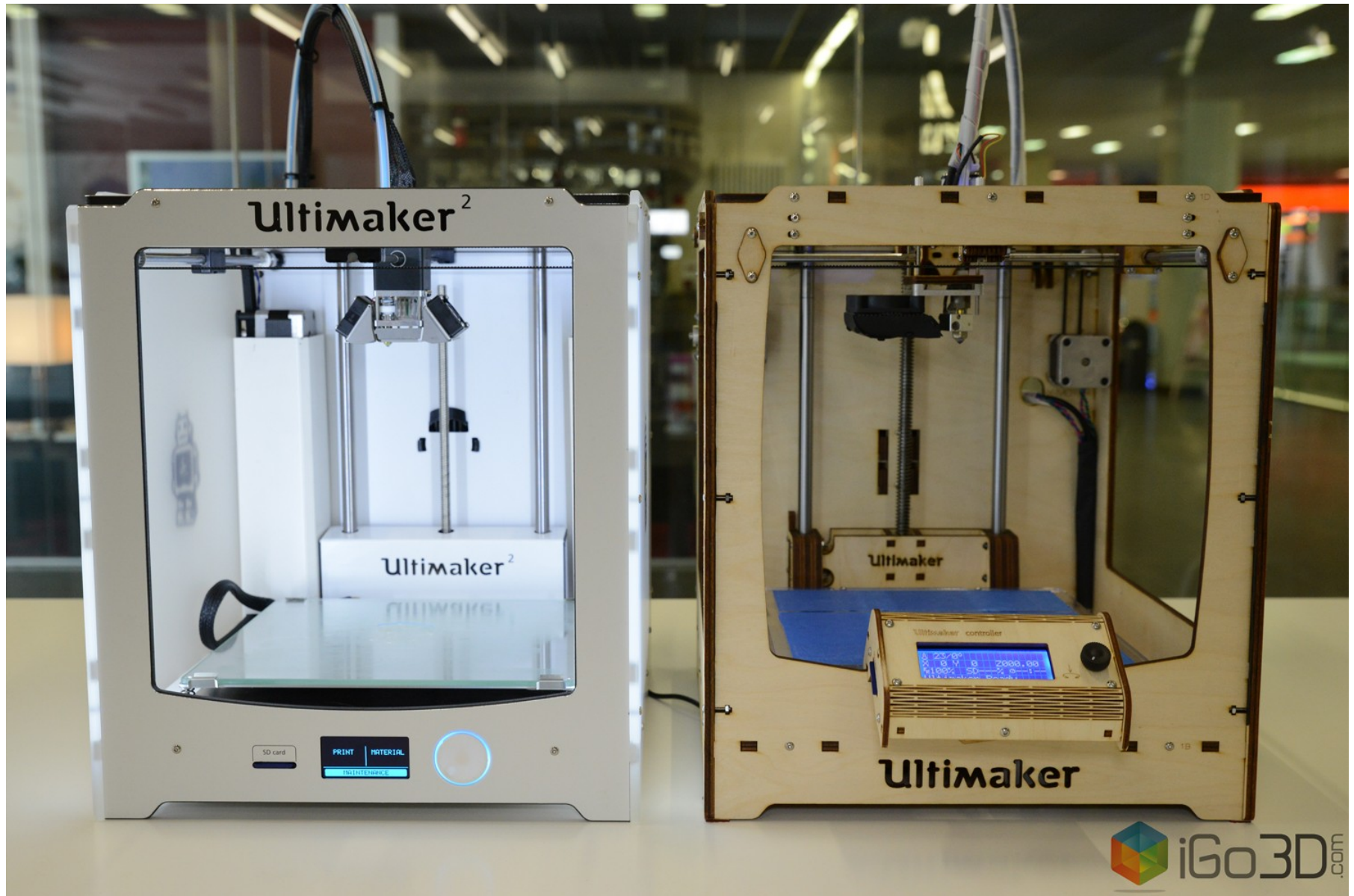
Instellingen in CURA

'Support' voor ondersteuning:

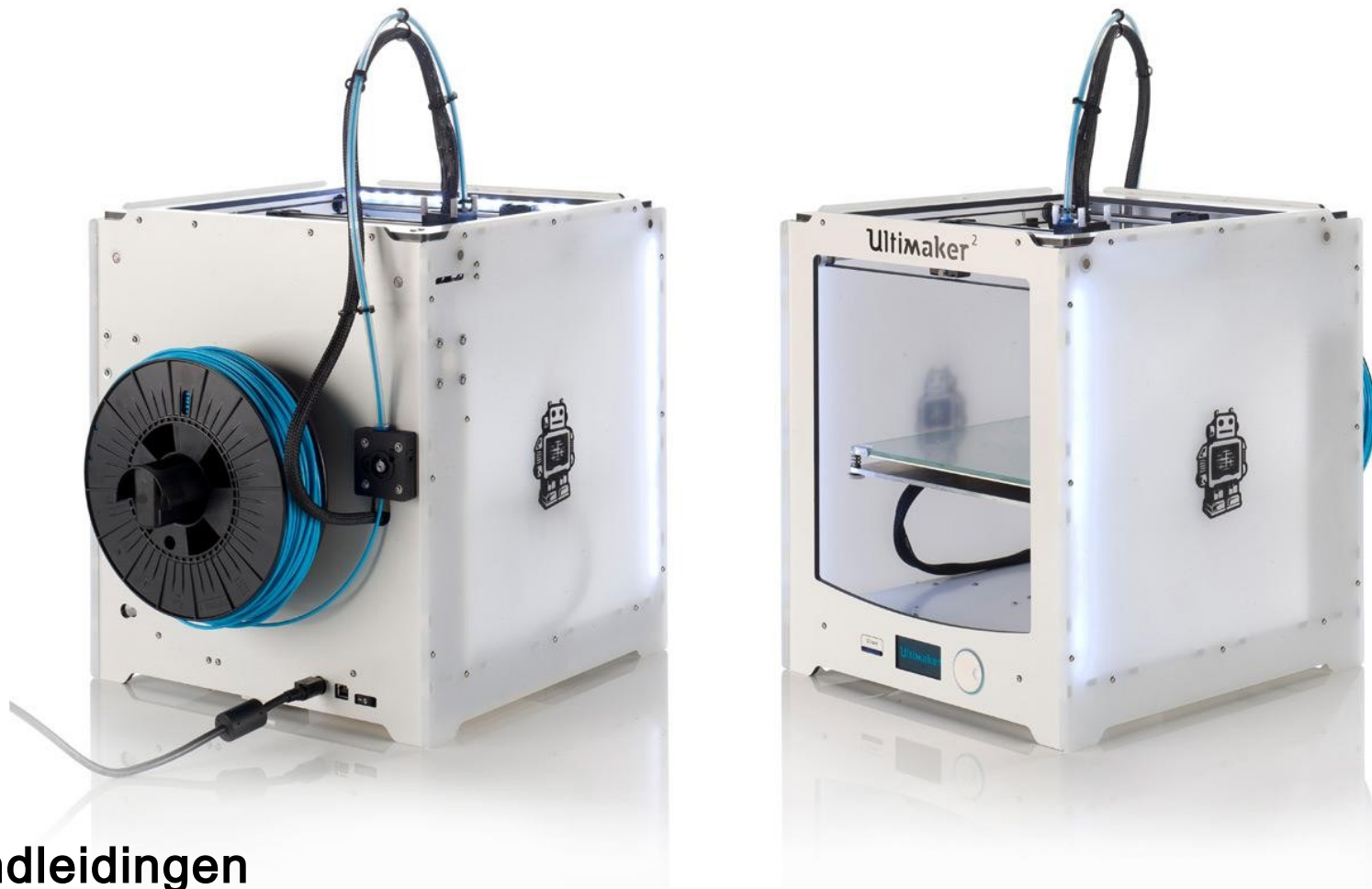
- Sommige objecten hebben overhangende delen en zijn niet zó te roteren totdat ze vlak liggen.
- Deze hebben dan ondersteuning nodig bij het printen. Print dan *support*.



Ultimaker Original vs Ultimaker 2



Ultimaker 2 (+ Extended)



Handleidingen

Op de Ultimaker website staan (Nederlandstalige) handleidingen:

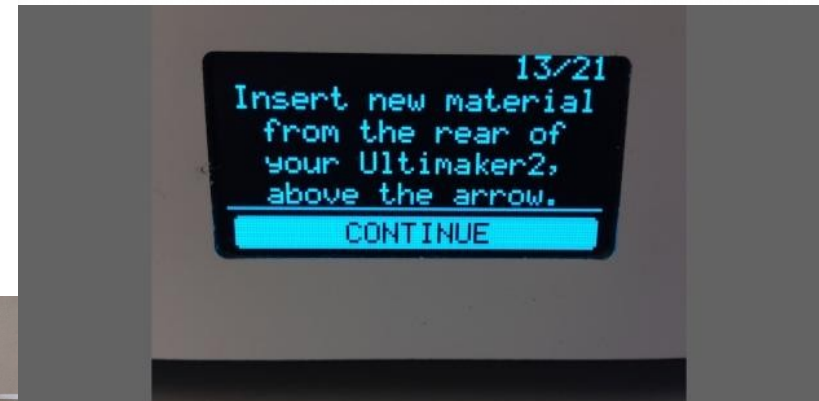
- <https://ultimaker.com/download/3288/UserManual-UM2-v2-NL.pdf>
- Meer [Ultimaker handleidingen](#), 3D printers, CURA, materialen

Ultimaker 2 (+ Extended)

Display

Het display loodst je door alle instellingen:

- Machine afstellen
- Materiaal wisselen
- Print starten van af SD card.



Ultimaker 2 (+ Extended)

Feeder mechanism

- Ultimaker voert automatisch draad door
- Handmatig ontgrendelen door witte palletje omhoog te drukken
- + / – voor het afstellen van de grip op de draad.
- Als doorvoer ‘slipt’: open schroeven en schoonmaken

LET OP: zit een veer achter die weg schiet



Materiaal invoer (<https://ultimaker.com/en/resources/18770-loading-material>)

Ultimaker 2 (+ Extended)

Printbed

- Ultimaker 2 heeft een **Heated Bed**, ongeveer 60°C
- Hoeft niet aan bij PLA, scheelt opwarm-tijd, instellen in CURA
- Glasplaat insmeren met (waterverdunde) **houtlijm**
- Houtlijm wast gemakkelijker schoon met water dan Pritt-stift lijm

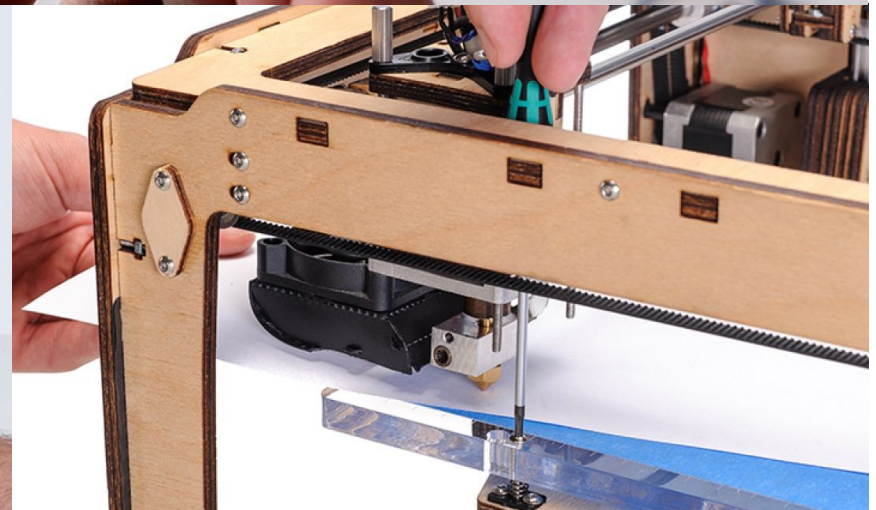
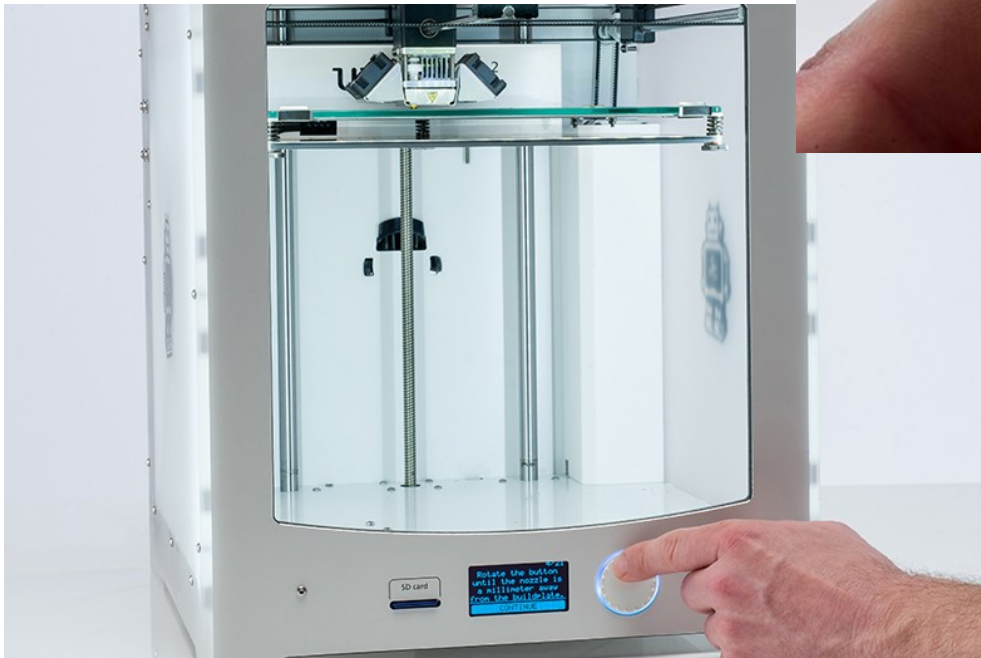
LET OP: klem glas plaat weer recht en vlak in



Afstellen Ultimaker 2 (+ Extended)

Bed leveling

- Via het menu loop je alle stappen door
- Afstand nozzle en printbed ~ 0,05mm
- Eerst met draaiknop afstellen
- Afstelschroef draaien tot juiste afstand
- Voelermaatje of papiertje gebruiken



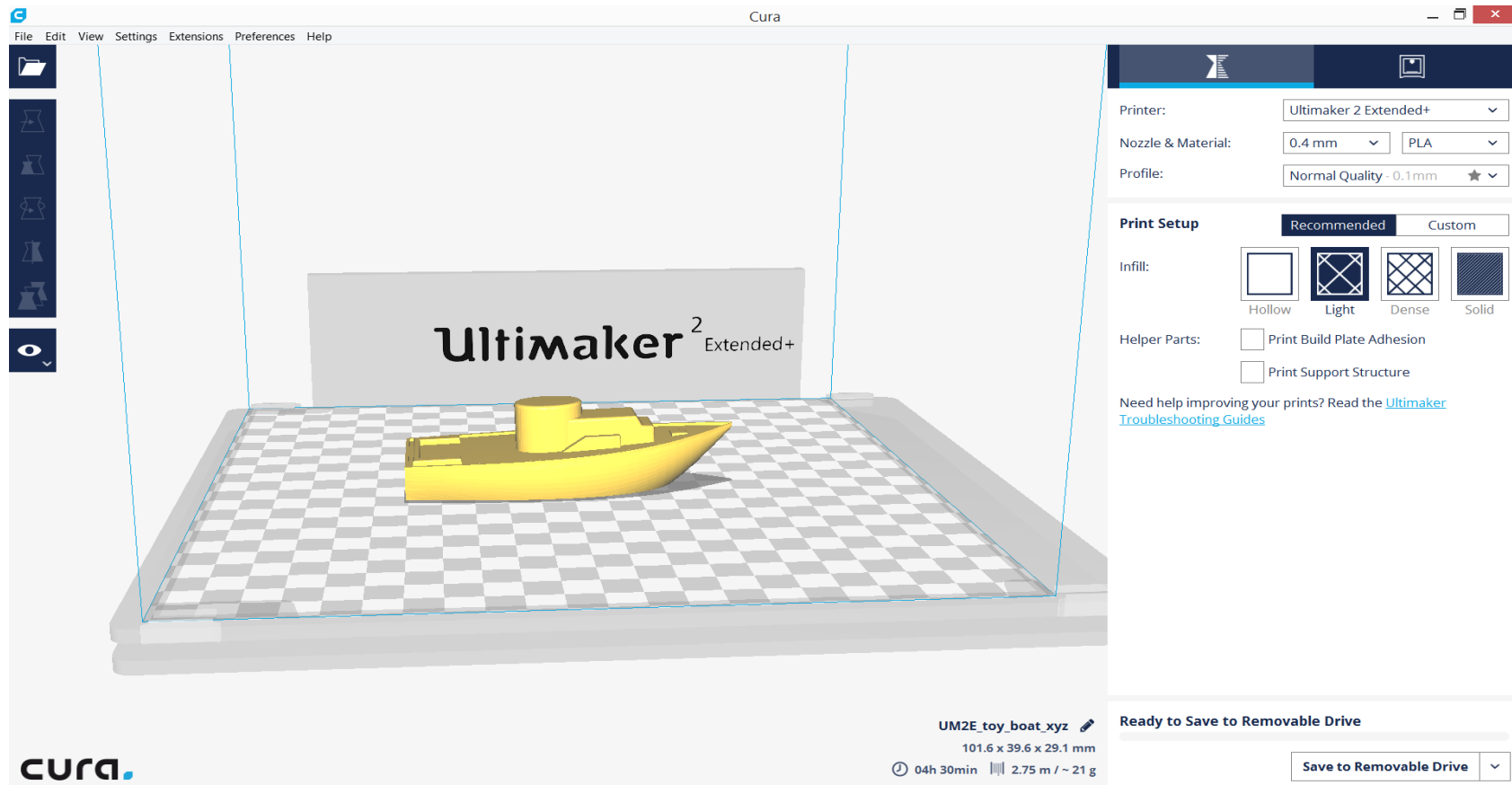
Bedleveling (<https://ultimaker.com/en/resources/18769-build-plate-leveling>)

CURA

CURA is open source software en gratis te installeren op Window, Mac of Linux computers.

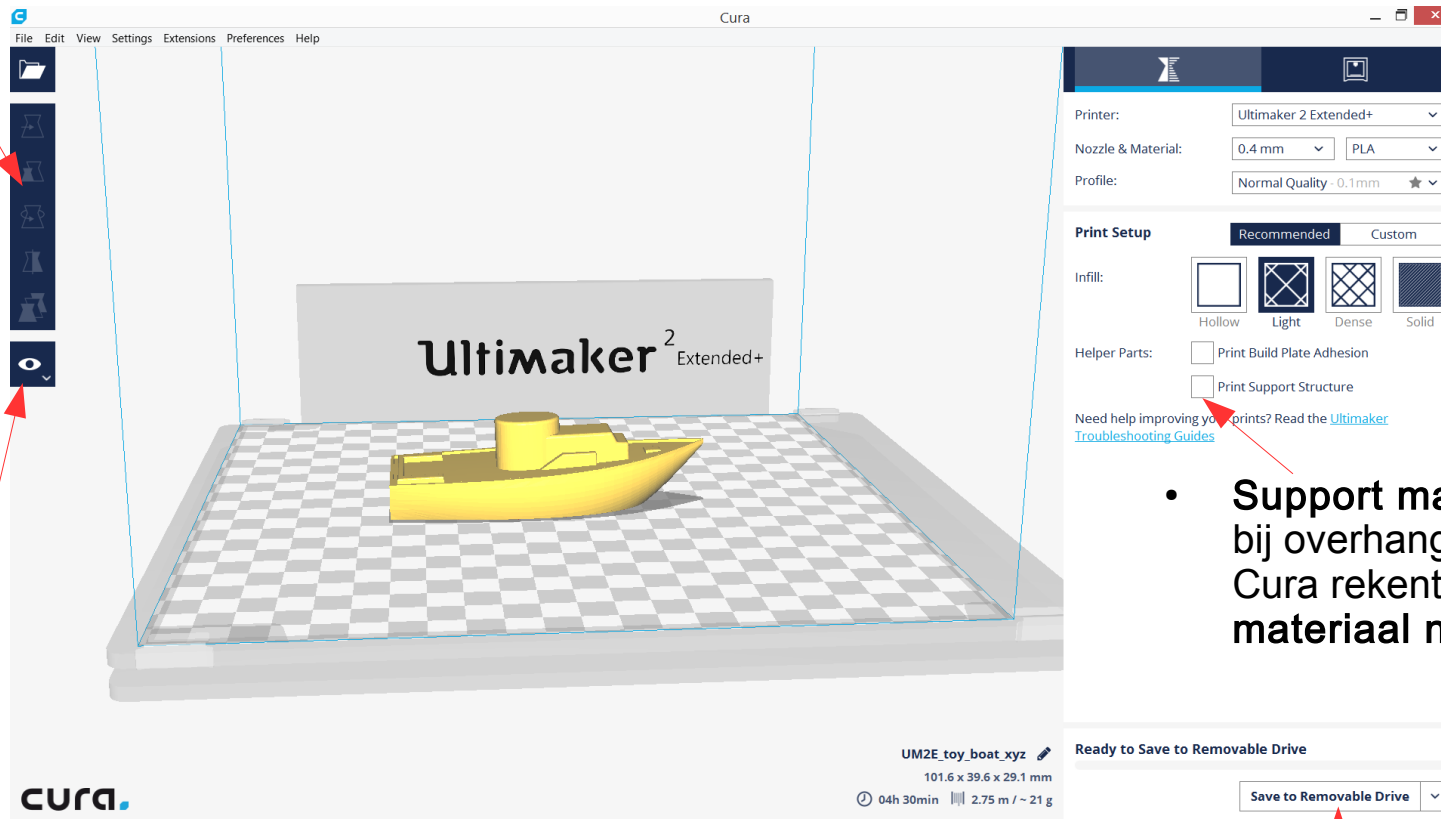
In CURA **versie 3.1** (of >) is de layout iets aangepast, sommige foto's zijn nog uit de versie 2.7.

Kijk voor de instellingen voor de printers van ZB45 Makerspace op **de wiki van ZB45**.



- In CURA kun je het object nog **schalen en roteren**

Wat doet CURA?



- CURA berekent in **hoeveel lagen** het object wordt opgebouwd in de 3D printer. Onder **View** en **Layers**

- **Support materiaal** printen bij overhangende vlakken. Cura rekent dan uit **waar er materiaal nodig is**.

- **Hoe lang** de printer erover zal doen en **hoeveel materiaal** er nodig is.

- CURA maakt van een .stl bestand **G-code**. Save g-code.

Meer uitleg over CURA: <http://wiki.zb45.nl>

CURA

The image shows the Cura software interface with a 3D model of a boat on a checkered platform. Red arrows point to various UI elements with Dutch labels. The interface includes a top menu bar (File, Edit, View, Settings, Extensions, Preferences, Help), a left sidebar with icons for file operations, a central 3D view, and a right sidebar for printer and material settings. A bottom status bar displays file information and a 'Save to File' button.

Labels and their corresponding UI elements:

- Open .stl bestand**: Points to the 'Open' icon in the left sidebar.
- Verplaatsen**: Points to the 'Move' icon in the left sidebar.
- Schalen**: Points to the 'Scale' icon in the left sidebar.
- Roteren**: Points to the 'Rotate' icon in the left sidebar.
- Spiegelen**: Points to the 'Mirror' icon in the left sidebar.
- Wisselen tussen model en lagen**: Points to the 'View Mode' button in the left sidebar.
- Scrollen doorlagen**: Points to the scroll wheel on the left sidebar.
- Met rechter muisklik verschijnt object menu**: Points to the context menu that appears when right-clicking the boat model.
- Kies printer**: Points to the 'Printer' dropdown menu in the right sidebar.
- Materiaal**: Points to the 'Nozzle & Material' dropdown menu in the right sidebar.
- Laagdikte**: Points to the 'Profile' dropdown menu in the right sidebar.
- Basis instellingen**: Points to the 'Print Setup' section in the right sidebar.
- Normale invulling**: Points to the 'Infill' section in the right sidebar.
- Brim**: Points to the 'Helper Parts' section in the right sidebar.
- Support**: Points to the 'Print Support Structure' checkbox in the right sidebar.
- Lengte materiaal**: Points to the 'Material Length' field in the bottom status bar.
- Afmeting**: Points to the 'Dimensions' field in the bottom status bar.
- Printtijd**: Points to the 'Print Time' field in the bottom status bar.
- Opslaan op SD-card**: Points to the 'Save to File' button in the bottom status bar.

Context Menu (Right-click on model):

- Select All Models (Ctrl+A)
- Clear Build Plate (Ctrl+D)
- Reload All Models
- Reset All Model Positions
- Reset All Model Transformations
- Group Models (Ctrl+G)
- Merge Models (Ctrl+Alt+G)
- Ungroup Models (Ctrl+Shift+G)

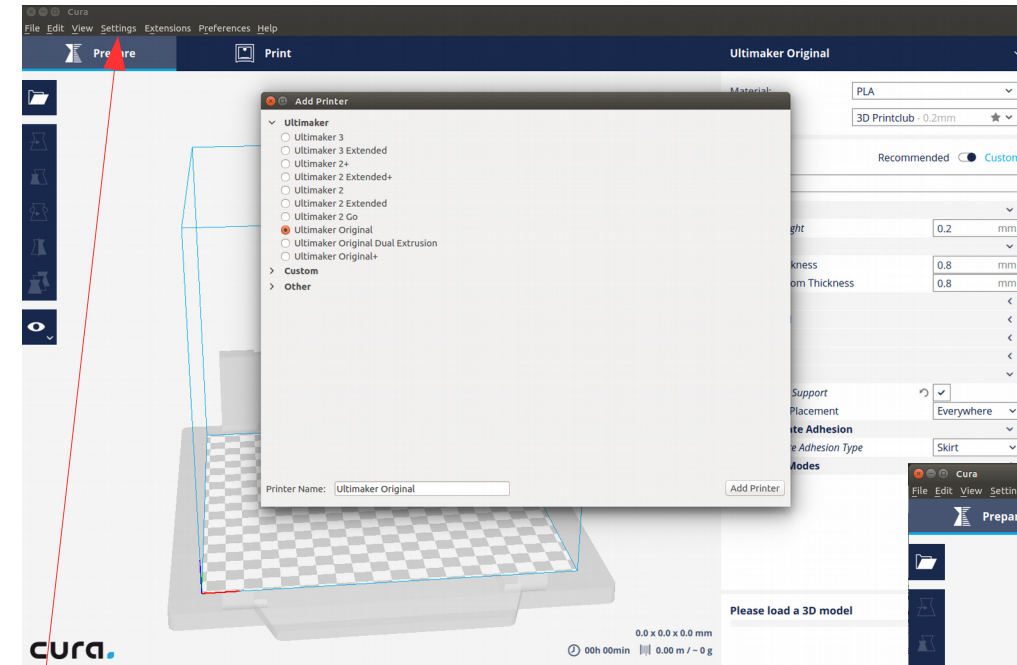
Print Setup (Right Sidebar):

- Printer: Ultimaker 2 Extended+
- Nozzle & Material: 0.4 mm, PLA
- Profile: Normal Quality - 0.1 mm
- Print Setup: Recommended, Custom
- Infill: Hollow, Light, Dense, Solid
- Helper Parts: ☐ Print Build Plate Adhesion, ☐ Print Support Structure
- Need help improving your prints? Read the [Ultimaker Troubleshooting Guides](#)

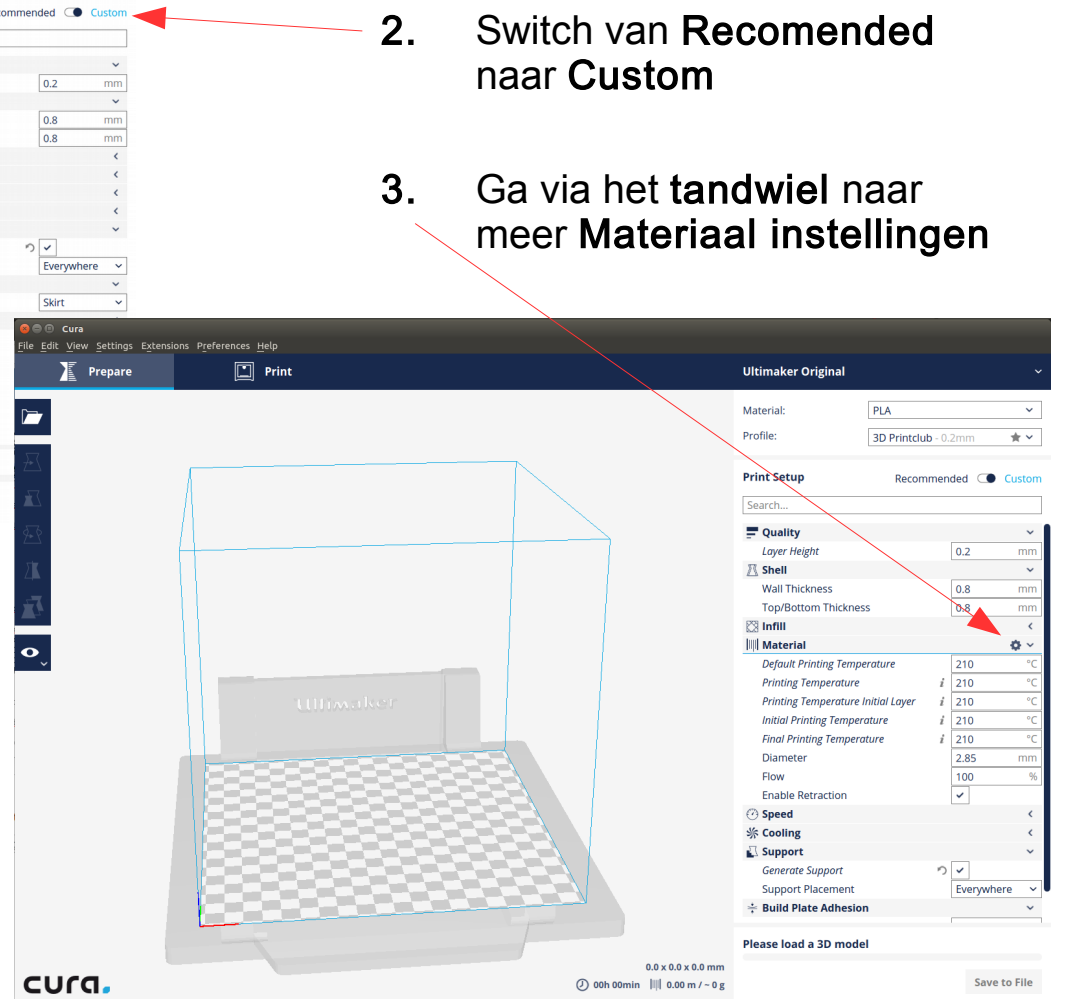
Status Bar (Bottom):

- File: UM2E_toy_boat_xyz
- Dimensions: 101.6 x 39.6 x 29.1 mm
- Print Time: 04h 30min
- Material Length: 2.75 m / ~ 21 g
- Ready to Save to File
- Save to File

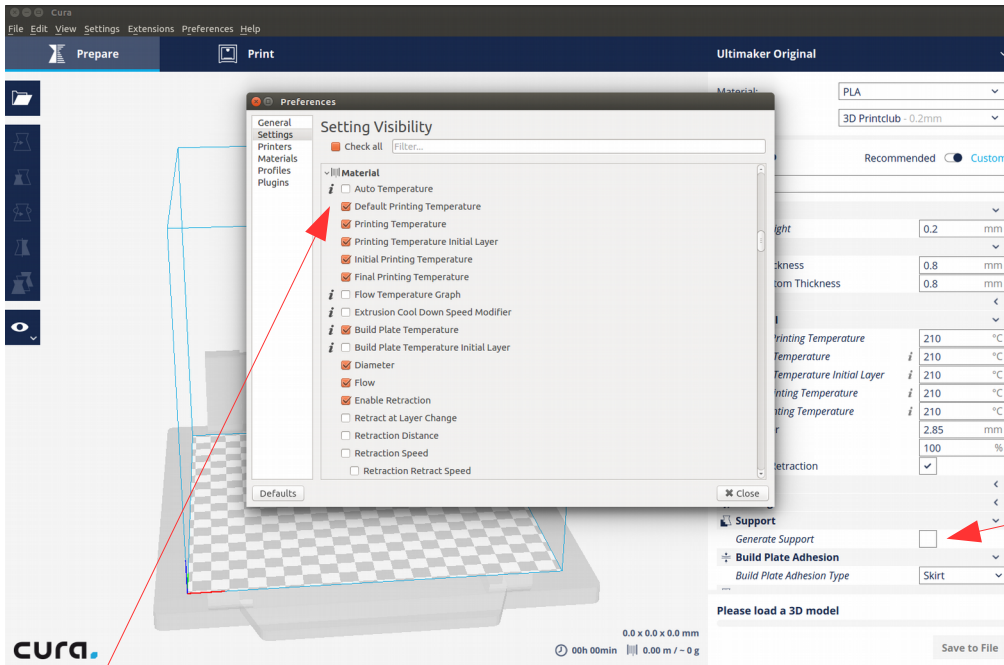
Instellingen CURA voor ZB45



1. Installeer de Ultimaker Original via 'Settings' – 'Printer' – 'Add Printer'



Instellingen CURA voor ZB45



4. Vink de volgende onderdelen aan:

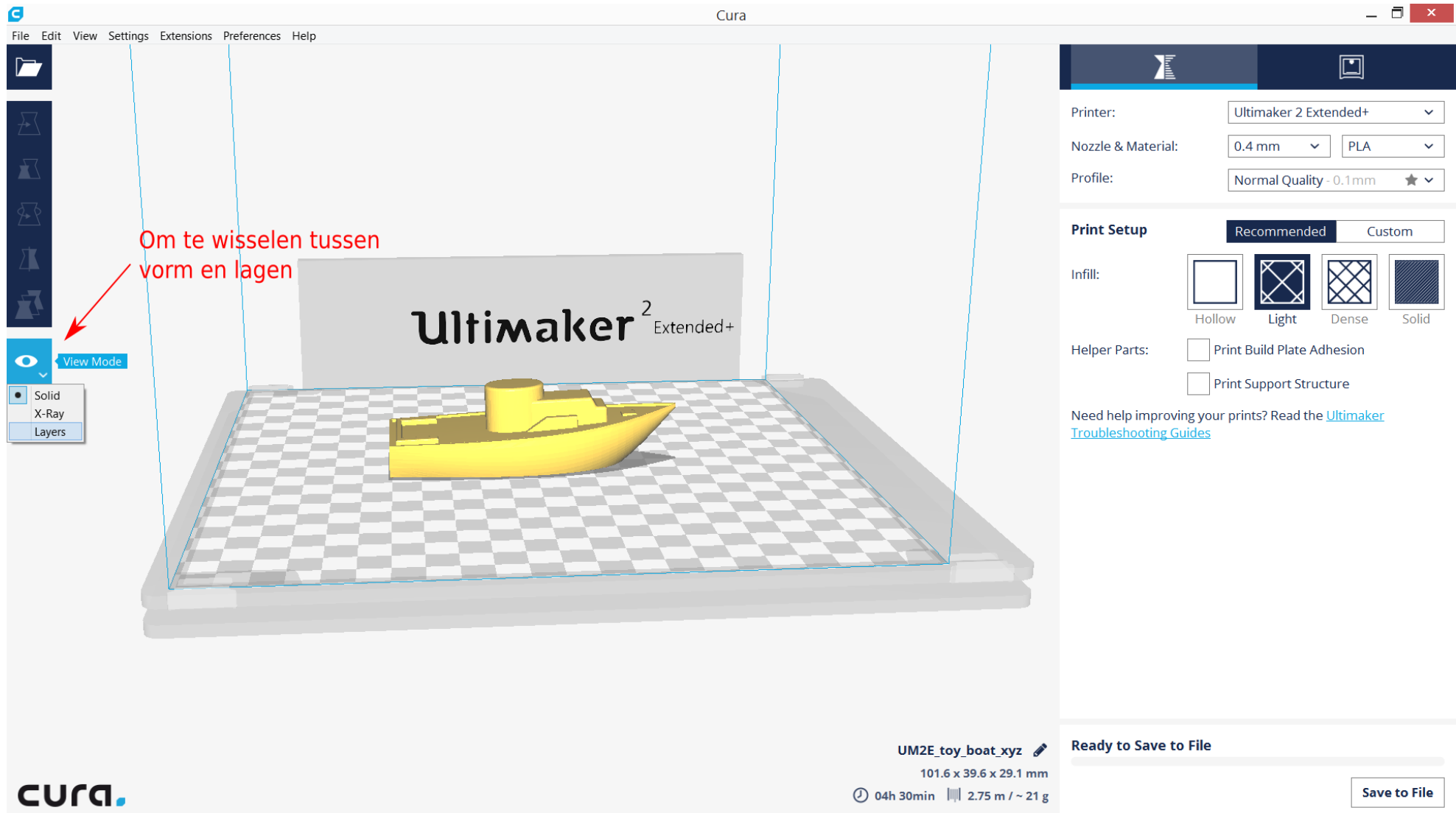
- Default Printing,
- Printing Temperature,
- Printing Temperature Initial Layer,
- Initial Printing Temperature
- Final Printing Temperature.

5. Zet overall de temperatuur op 210°C

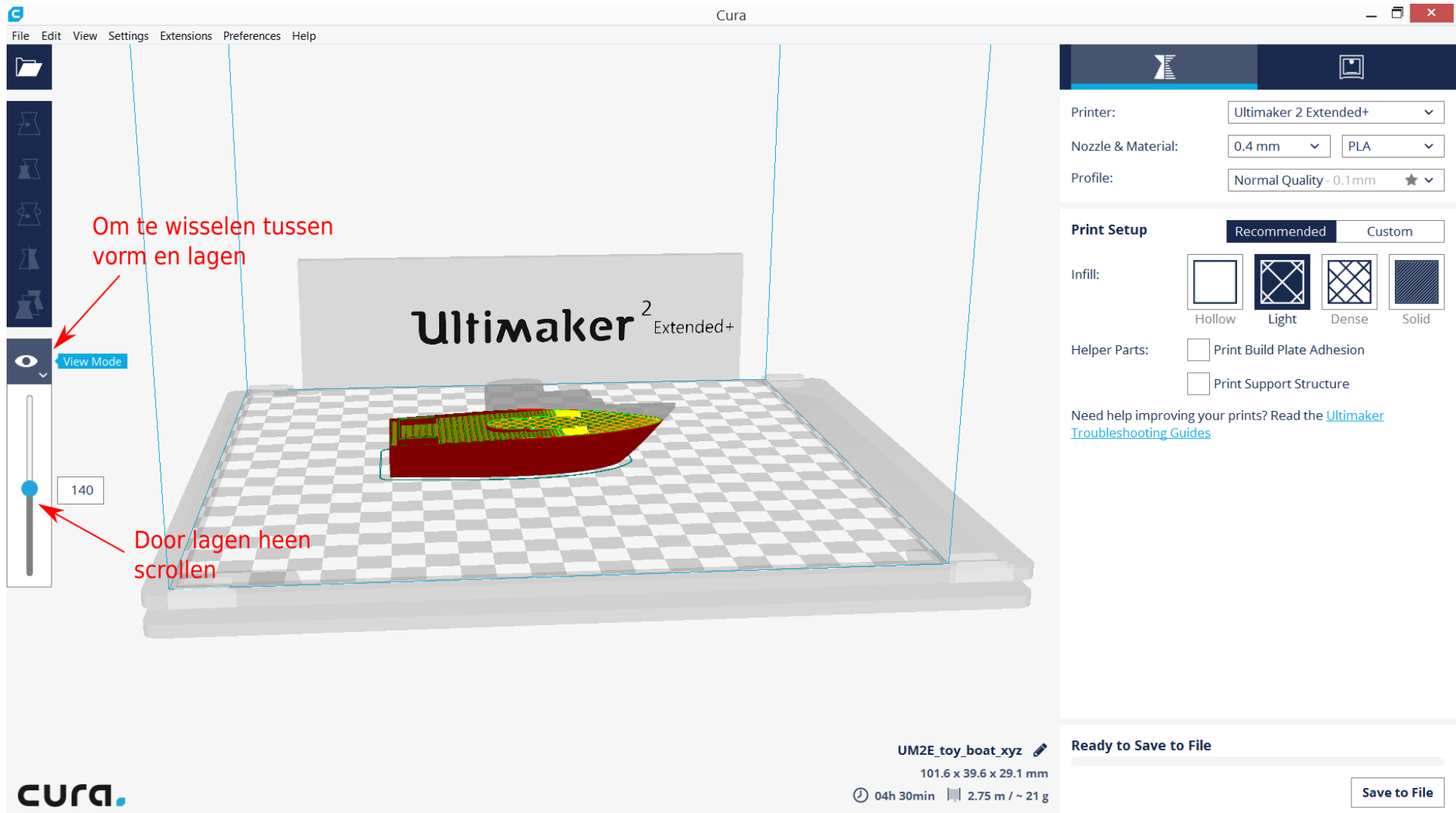
6. Vink **Generate Support** uit

7. Zet **Build Plate Adhesion Type** op Skirt

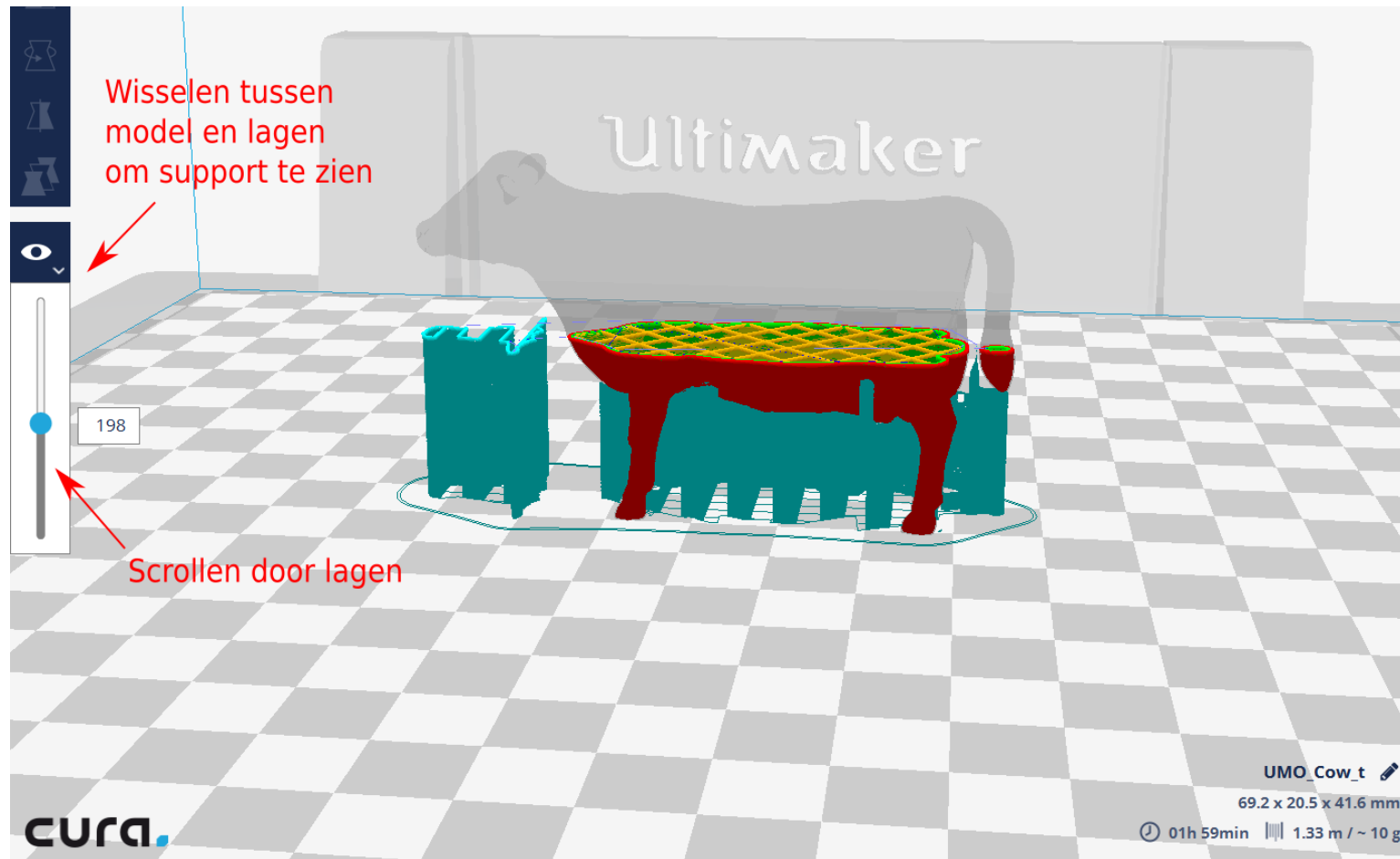
CURA



CURA



CURA



VIEW MODE: LAYERS

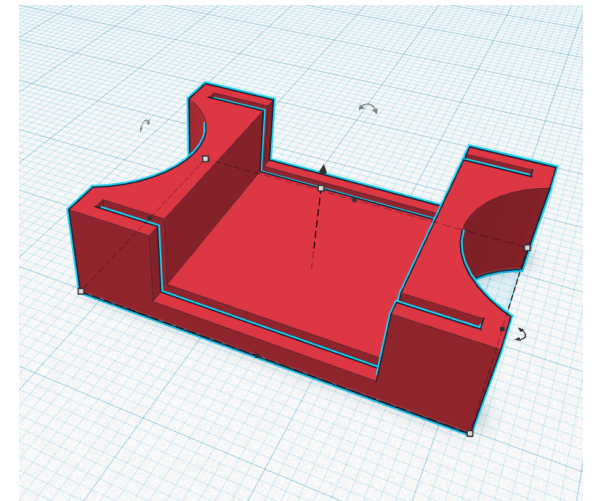
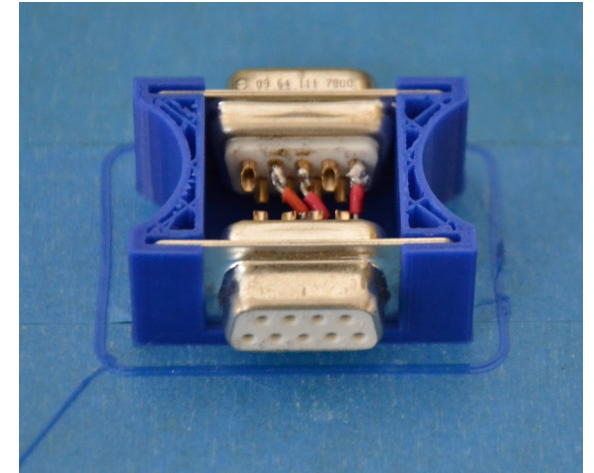
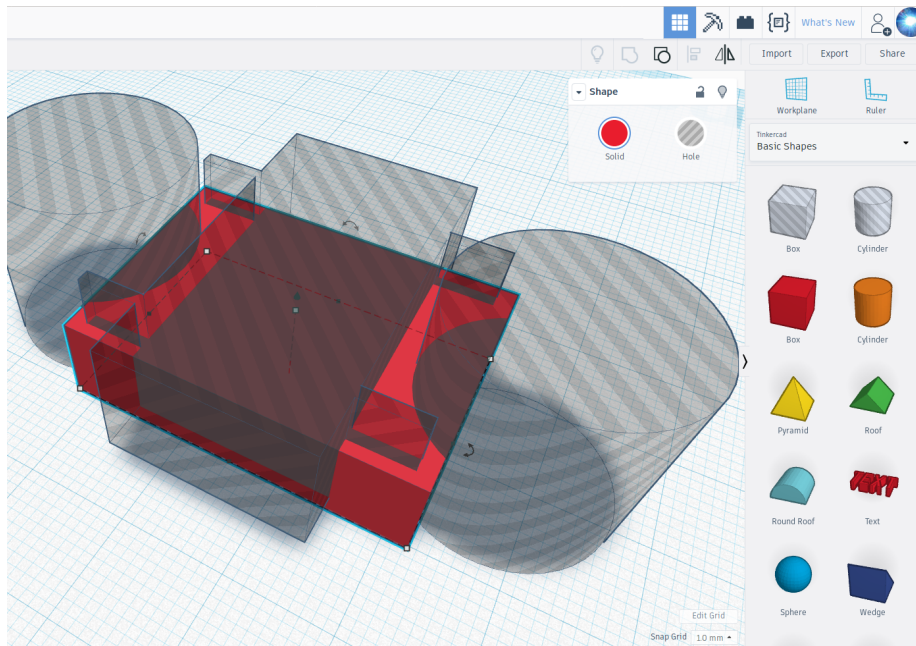
Dit laat het aantal LAYERS zien waarui het object wordt opgebouwd. Hier kun je doorheen scrollen. Je ziet ook de invulling.

rood: buitenlaag, groen: binnenlaag, geel: vulling, blauw: pad van de printkop, licht blauw: kader waarbinnen het object geprint wordt, licht blauw: support materiaal

Opdracht in Tinkercad

In Tinkercad ontwerp je door 3D vormen te stapelen

- Deze 'solid' vormen kun je **samenvoegen**
- De vormen kun je **hol** maken en van elkaar **af trekken**
- De vormen kun je **vervormen** of **afmetingen** geven
- Je kan **NIET 2D tekenen** in Tinkercad
- Je bent dus aan het **vormgeven in de 3 dimensionale ruimte**.

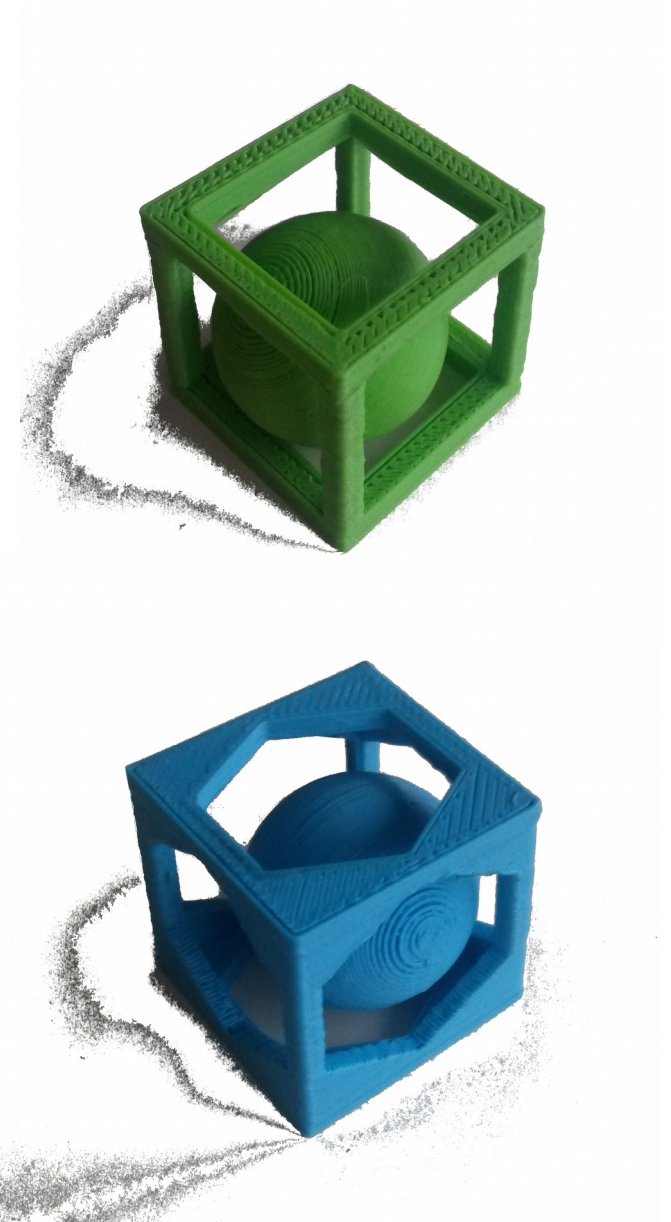


Opdracht in Tinkercad

Opdracht 1 – klassikaal:

- Gebruik alleen de **Basic Shapes** – box en sphere
- **Afmetingen** invoeren
- **Align** – uitlijnen van 2 vormen
- **Duplicate** – dupliceren (zet vorm over origineel heen)
- **Rotate** – roteren door gradenboog te verslepen
- **Group** – door te groeperen kun je vormen van elkaar aftrekken (of samenvoegen)
- **Export** – om de objecten op te slaan als STL bestand
- **Save as** – in Downloads map

Kijk voor meer uitleg in de **Tinkercad Handleiding** op de wiki van ZB45 Makerspace Amsterdam.



Opdracht in Tinkercad

Opdracht 1:

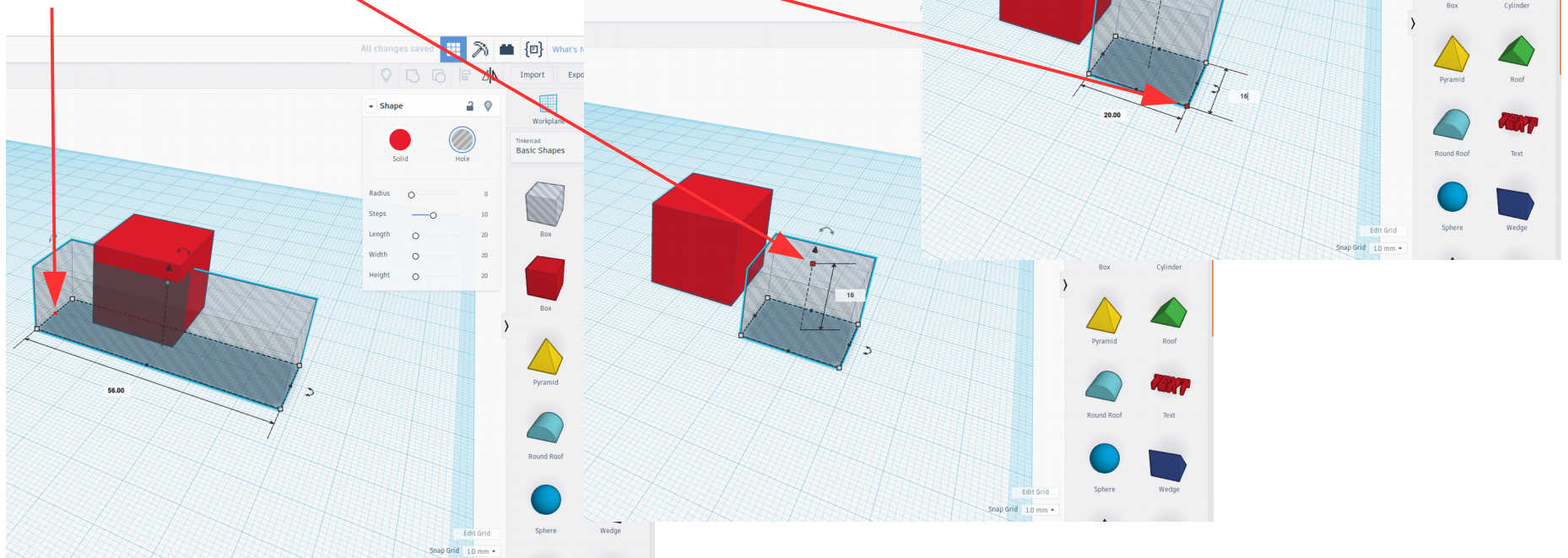
- Sleep een kubus in het werkveld.
- Sleep een grijze holle kubus erbij.

Maak hiervan de afmetingen:

16mm diep

16mm hoog

> 40 mm breed



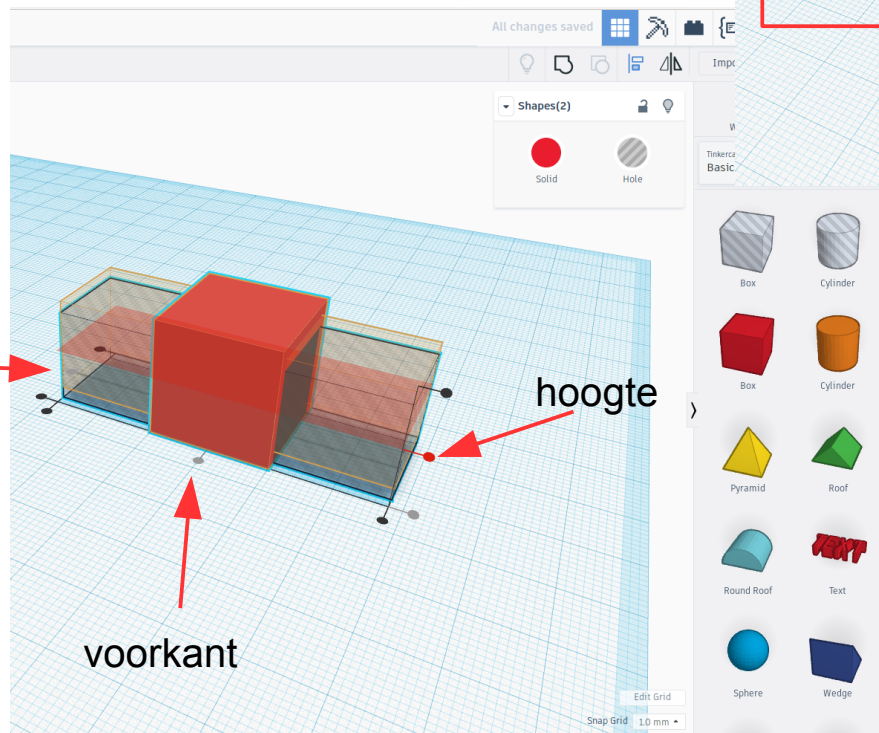
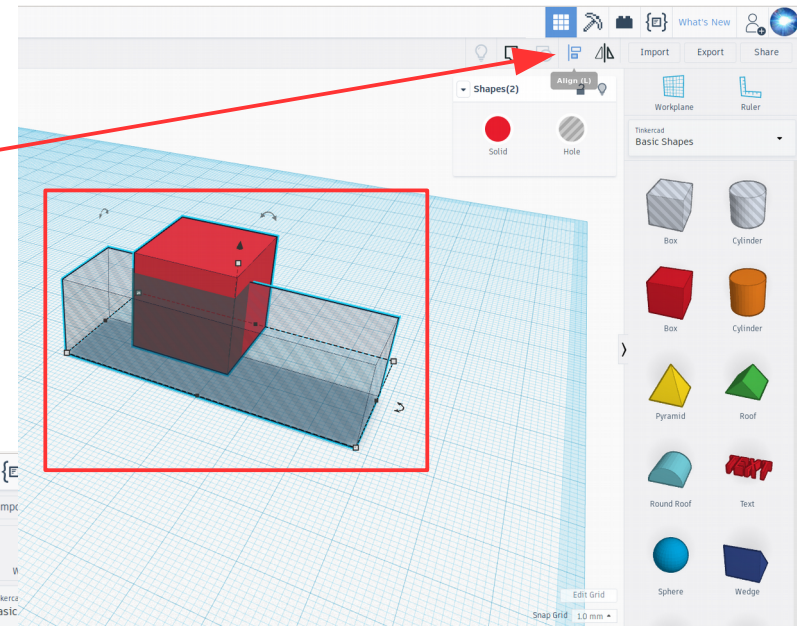
Opdracht in Tinkercad

- Selecteer beide vormen.
- **Align** om ze uit te lijnen.
- Klik op de bollen in het midden van de vlakken:

zijkant

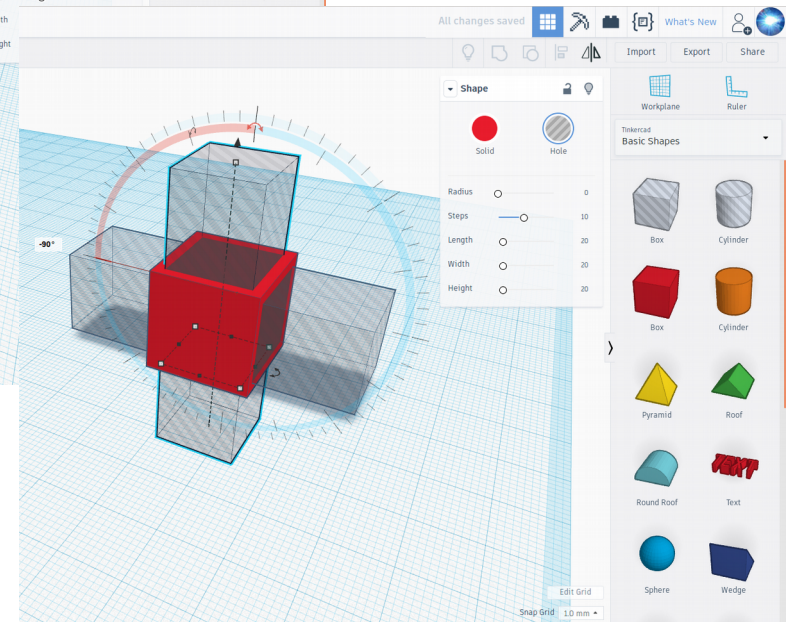
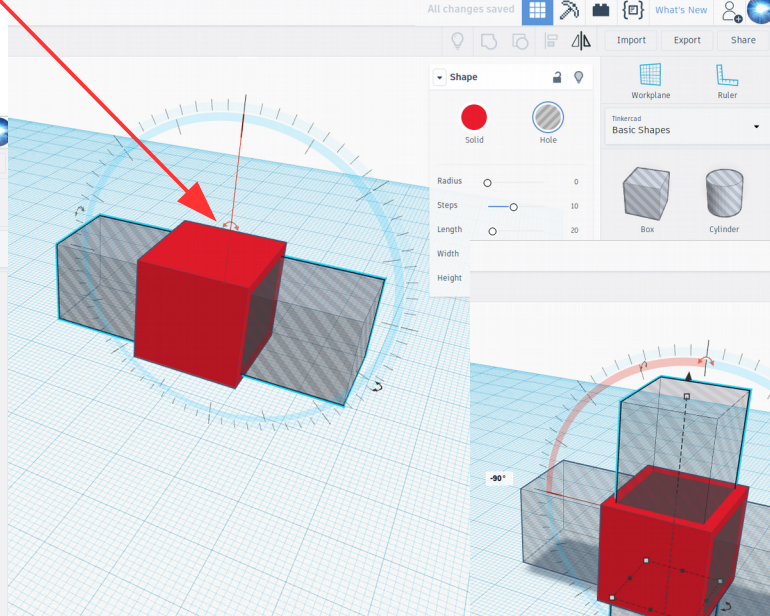
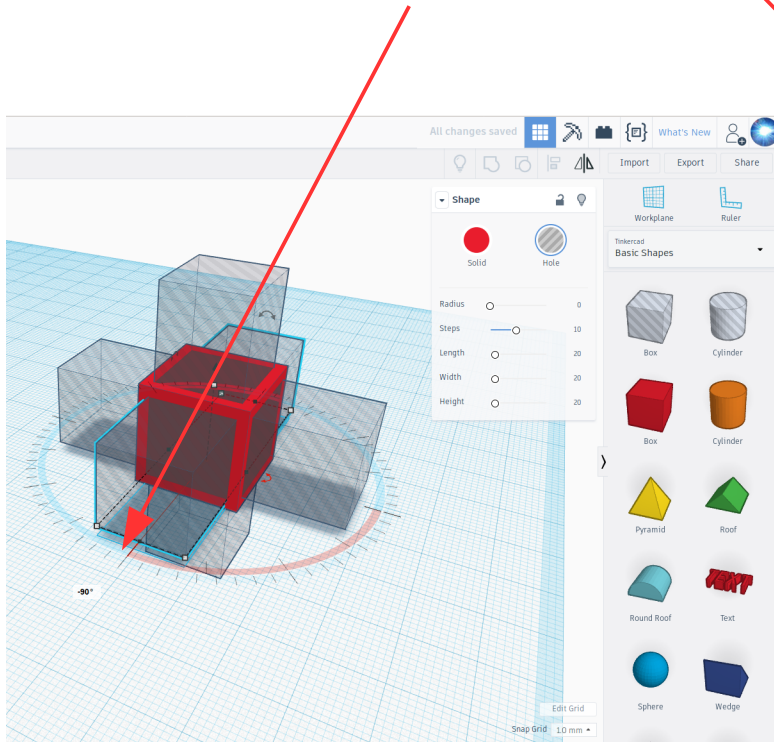
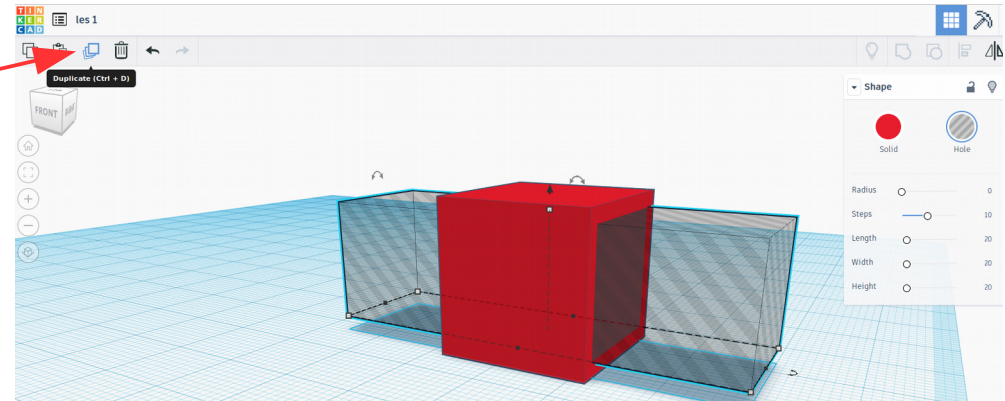
hoogte

voorkant



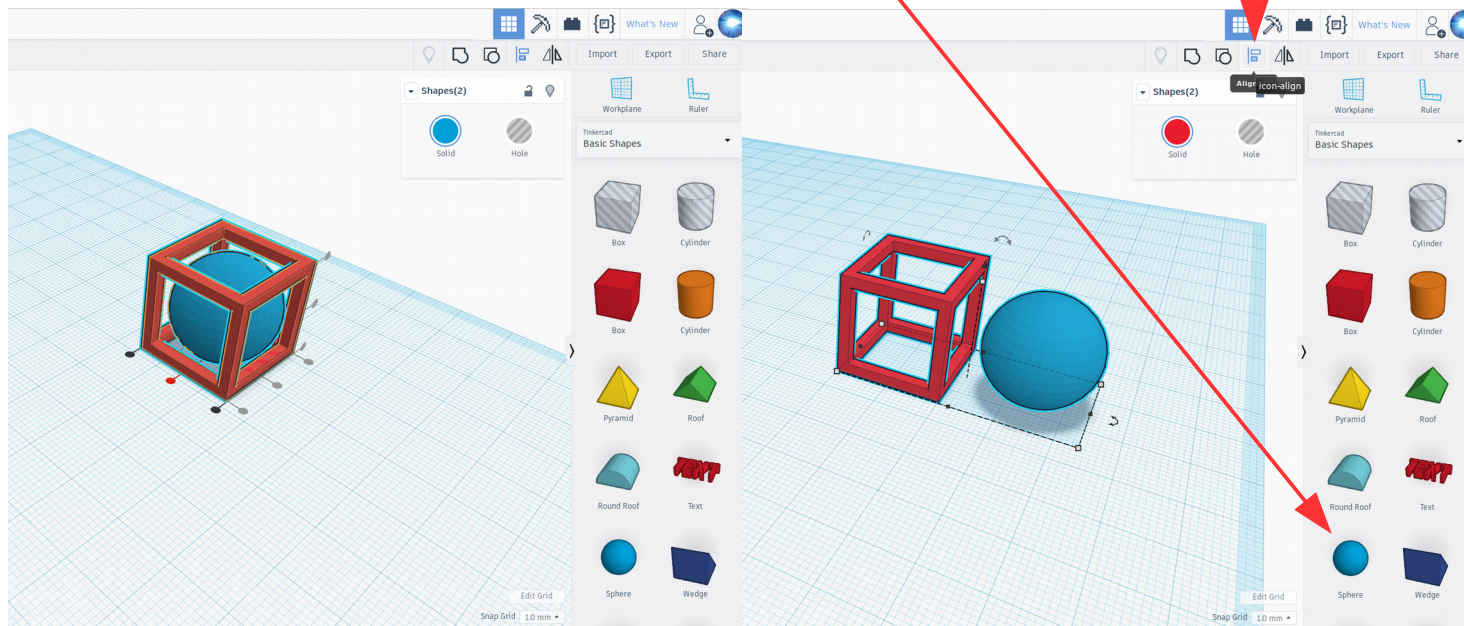
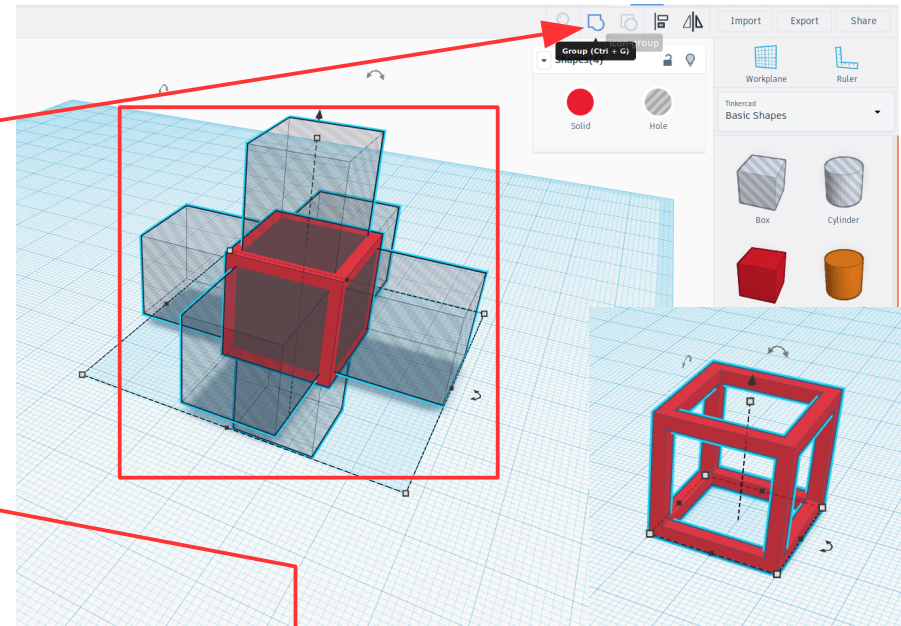
Opdracht in Tinkercad

- Dupliceer de holle vorm.
- Roteer deze vertikaal.
- Herhaal dit: **Dupliceren**
- Roteer deze horizontaal



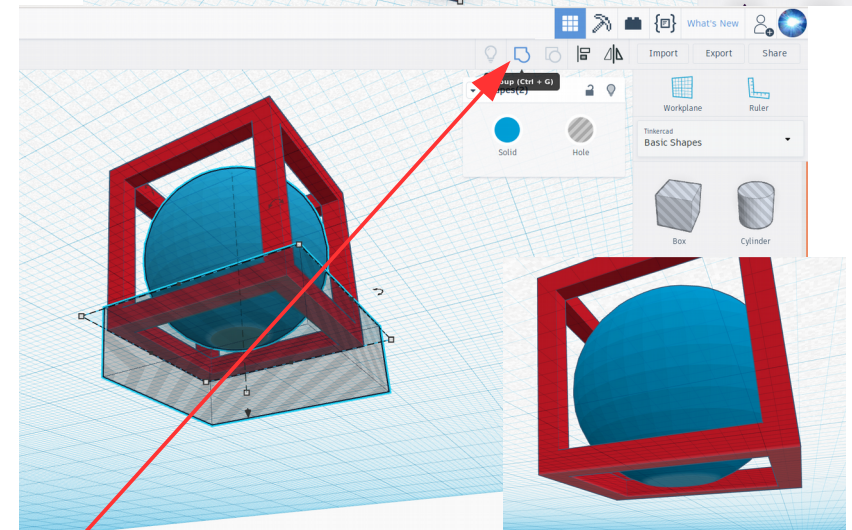
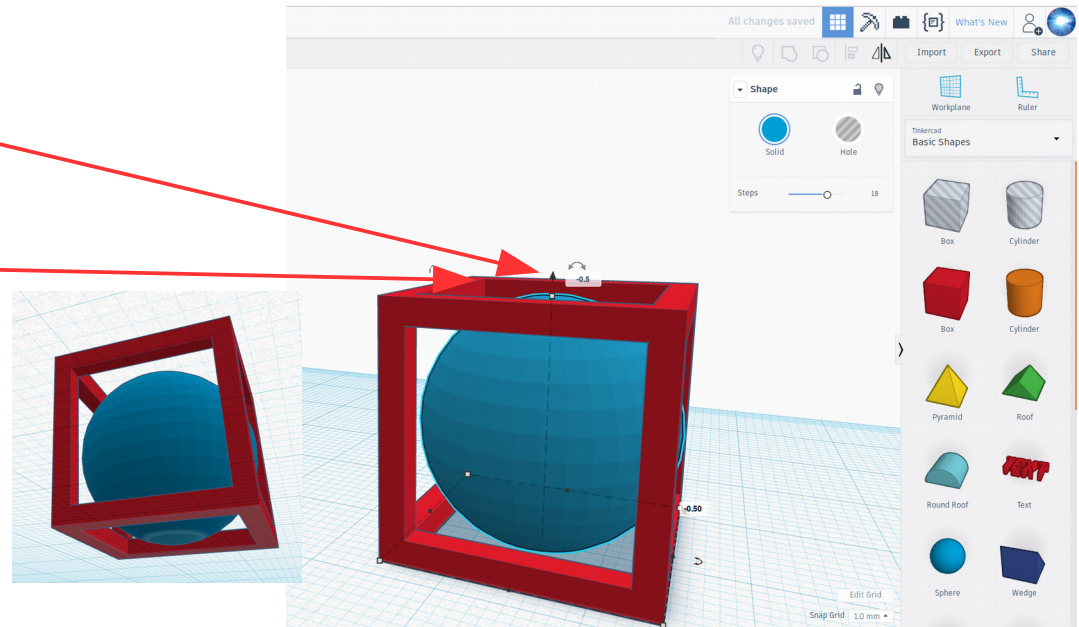
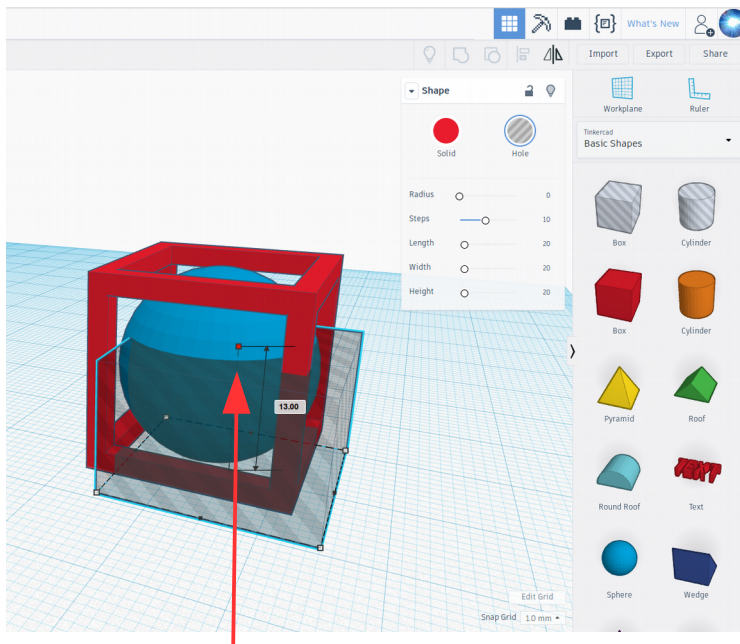
Opdracht in Tinkercad

- Selecteer alle vormen en **Groep** ze.
- Hiermee kun je vormen van elkaar aftrekken of samenvoegen.
- Sleep een **Sphere** in het werkveld.
- **Align** deze met de kubus.
- **Draai** het werkveld, door je muis te slepen: met je **rechter muisknop** of met het **scroll-wieltje** ingedrukt.



Opdracht in Tinkercad

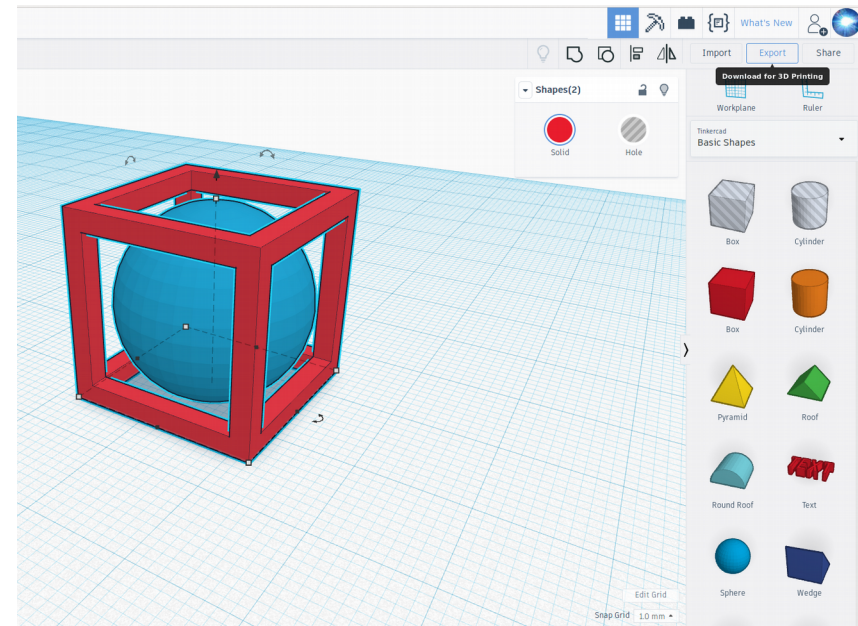
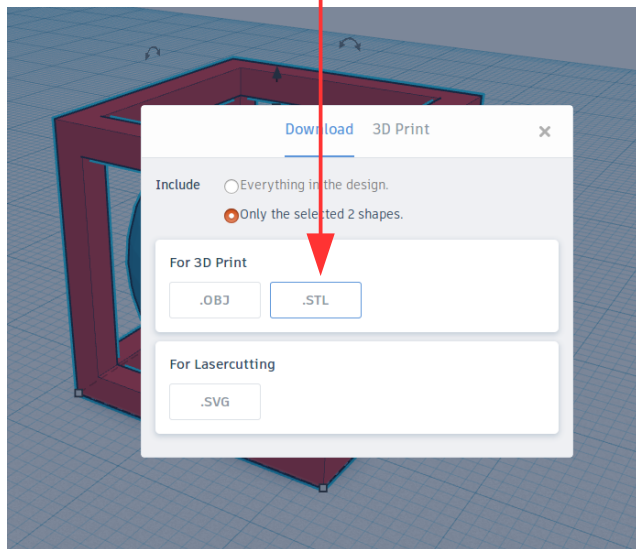
- **Verplaats** de bol met het zwarte pijltje naar beneden.
- Type dan 0,5mm in het witte vlakje.
- Zo steekt de bol door het werkveld.



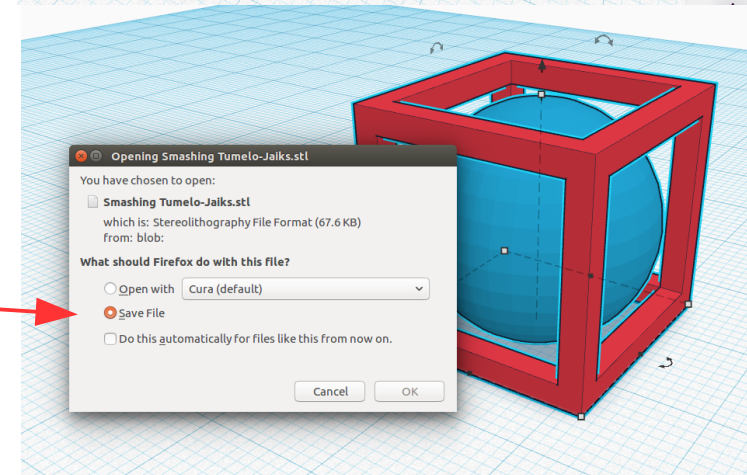
- Teken een holle kubus, maak de hoogte negatief.
- Selecteer de bol en met shift de holle kubus, **Groeperen**, zo wordt de onderkant vlak om te printen.

Opdracht in Tinkercad

- Exporteer om te 3D printen.
- Exporteer als **STL**.



- **Save File**, dan wordt het opgeslagen in de Download folder.



3D Printen op school

Inspiratie voor school opdrachten

- **Instructables**: ook veel (Nederlandse) leerlingen schrijven hier hun verslag van een opdracht.
- **Terrain2stl**: geeft .stl bestanden van Googlemaps, die je in bv Tinkercad weer kan bewerken.
- Thingiverse: heel veel ontwerpen die gedeeld worden via CC (Creative Commons) licences.
- **Mathgrrl**: zij is een wiskunde docente die heel veel van **haar opdrachten op Thingiverse** plaatst.
- Via haar website kom je ook weer op **interessante andere sites** met wis- of natuurkundige opdrachten die je kan tekenen in Tinkercad en dan kan 3D Printen!